

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA MECHANICKÉ TECHNOLOGIE

ANALÝZA A NÁVRH PROCESU ÚDRŽBY LISOVACÍCH STROJŮ VE VÝROBĚ POLYMERNÍCH TĚSNĚNÍ

Analysis and Design of the Maintenance
Process of Press Machines on the
Production of Polymeric Seal

Student:

Bc. Patrik Sencovici

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

Ostrava 2020

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Patrik Sencovici**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 6208T116 Průmyslové inženýrství
Téma: **Analýza a návrh procesu údržby lisovacích strojů ve výrobě polymerních těsnění**
Analysis and Design of the Maintenance Process of Press Machines in the Production of Polymeric Seals

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska řešené problematiky
2. Analýza současného procesu údržby ve firmě
3. Návrh procesu údržby lisovacích strojů
4. Technické a ekonomické zhodnocení přínosu návrhu

Seznam doporučené odborné literatury:


MYKISKA, A. *Bezpečnost a spolehlivost technických systémů*. [skripta], Vydavatelství ČVUT, Praha 2004
STARÝ, I. *Teorie spolehlivosti*. Praha, ČVUT Praha, 1982
STUHLÝ, V. *Teória údržby, VŠDS Žilina, Žilina 1993, ISBN 80-7100-056-6*
KAPLAN, R.; NORTON, D. *Alignment, systémové vyladění organizace*. Praha, Management Press, 2006. 305 s. ISBN 80-7261-155-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


V Ostravě dne 18. května 2020


.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, же podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 18. května 2020.



.....
podpis studenta

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SENCOVICI, Patrik. *Analýza a návrh procesu údržby lisovacích strojů ve výrobě polymerních těsnění: diplomová práce*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2020, 61 s. Vedoucí práce: Hrubý, J.

Diplomová práce se zabývá řešením problémů údržby a vylepšením stávajícího procesu údržby lisovacích strojů ve výrobě polymerních těsnění ve firmě Henniges Hranice s.r.o. Práce popisuje současný systém údržby a hledá nové a lepší způsoby, jak zefektivnit práci zaměstnanců oddělení údržby a jak se vyvarovat nežádoucím jevům jako jsou prostoje. Výsledkem je návrh na úpravu zavedených preventivních metod, způsobu montáže a oprav vedení hydraulického oleje a zavedení tribodiagnostiky.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

SENCOVICI, Patrik. *Analysis and Design of the Maintenance Process of Press Machines on the Production of Polymeric Seal: Master Thesis*. Ostrava: VŠB-Technical university of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical technology, 2020, 61 p. Thesis head: Hrubý, J.

The master thesis deals with solving maintenance problems and improving the existing maintenance process of pressing machines in the production of polymer seals in the company Henniges Hranice s.r.o. The thesis describes the current maintenance system and seeks new and better ways to streamline the work of maintenance department employees and how to avoid undesirable phenomena such as downtime. The result is a proposal to modify the established preventive methods, the method of installation and repair of hydraulic oil lines and the introduction of tribodiagnosics.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
Seznam rovnic	11
Úvod	12
1 Teoretická východiska řešení problematiky	13
1.1 Vývoj údržby	13
1.2 Teorie údržby	15
1.3 Metody údržby	15
1.3.1 Údržba po poruše	16
1.3.2 Preventivní údržba-údržba s předem stanovenými intervaly	16
1.3.3 Preventivní údržba-údržba podle stavu	17
1.3.4 Preventivní údržba-údržba podle předpokládaného stavu	17
1.4 Organizace a řízení údržby	17
1.4.1 Centralizovaná organizační forma	18
1.4.2 Decentralizovaná organizační forma	18
1.4.3 Kombinovaná organizační forma	18
1.4.4 Outsourcing	18
1.5 Moderní přístupy k údržbě	19
1.5.1 Údržba zaměřená na bezporuchovost-RCM	19
1.5.2 Komplexní produktivní údržba-TPM	23
1.6 Technická diagnostika	30
1.6.1 Vibrodiagnostika	30
1.6.2 Termodiagnostika	30
1.6.3 Tribodiagnostika	30
1.6.4 Akustická diagnostika	30
1.6.5 Elektro diagnostika	31
1.7 Ekonomika údržby	31
1.7.1 Klíčové ukazatele výkonnosti údržby	33
1.7.2 Ekonomická legislativa	33
2 Analýza současného procesu údržby ve firmě	35
2.1 Představení firmy Henniges Hranice s.r.o.	35
2.2 Organizace údržby	36
2.3 Plánování údržby	37
2.4 Diagnostikované stroje	41

2.5	Statistika poruch zařízení	42
3	Návrh procesu údržby lisovacích strojů.....	44
3.1	Návrh na údržbu elektro poruch.....	44
3.2	Návrh na údržbu unikajících tekutin	47
3.3	Technická diagnostika.....	48
4	Technické a ekonomické zhodnocení přínosu návrhu.....	51
4.1	Technické zhodnocení.....	51
4.2	Ekonomické zhodnocení	51
4.2.1	Ztráty vlivem odstavení stroje	52
4.2.2	Analýza ekonomického přínosu návrhu	53
	Závěr	56
	Bibliografie	59
	Přílohy.....	60

Seznam použitých značek a symbolů

5S	rozděel, seřid', uspořádej, zdokumentuj, dodržuj (Seiri- Sorting, Seiton- Set in order, Seiso- Systematic cleaning, Seiketsu- Standardizing, and Shitsuke- Sistainning)
CEZ	celková efektivita zařízení
CMMS	systemy počítačového managementu údržby (Computerized Maintenance Management Systems)
FMEA	analýza způsobů a důsledků poruch (Fault Mode and Affects Analysis)
FMECA	analýza způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (Fault Mode and Effects Criticality Analysis)
LCC	náklady životního cyklu (Life Cycle Costing)
mth	moto hodiny
MTBF	střední doba provozu mezi poruchami (Mean Time Between Failure)
MTTR	střední doba do obnovy (Mean Time to Restoration)
OEE	celková efektivita zařízení (Overall Equipment Effectiveness)
RCM	údržba zaměřená na bezporuchovost (Reliability-Centered Maintenance)
TPM	komplexní produktivní údržba (Total Productive Maintenance)

Seznam obrázků

- Obrázek 1.1 Vývoj očekávání majitele nebo provozovatele od údržby
- Obrázek 1.2- Vývoj typů a nástrojů údržby
- Obrázek 1.3- Přehled metod údržby dle ČSN EN 13 306:2018
- Obrázek 1.4- přehled procesu RCM
- Obrázek 1.5- Diagram rozhodování v RCM
- Obrázek 1.6- 6 hlavních ztrát
- Obrázek 1.7- 7 kroků implementace autonomní údržby
- Obrázek 1.8- 8 pilířů metody TPM
- Obrázek 1.9- Průběh počtu poruch během zavádění TPM
- Obrázek 1.10- Ledovec nákladů
- Obrázek 2.1- Logo Henniges Automotive
- Obrázek 2.2- Sídlo firmy Henniges Hranice s.r.o.
- Obrázek 2.3- Organizační struktura oddělení údržby ve firmě Henniges Hranice s.r.o.
- Obrázek 2.4- Výpis preventivních prohlídek
- Obrázek 2.5- Seznam preventivních prohlídek na lisu LWB 800/160t
- Obrázek 2.6- Vstřikovací lisy LWB VCRS 550/115 tc

Seznam tabulek

Tabulka 1- Top 10 zařízení ve firmě

Tabulka 2- Statistika poruch na lisovacích zařízeních

Tabulka 3- Záznam o provedení údržby na stroji

Tabulka 4- Tabulka pravděpodobnosti nebezpečí poruch

Seznam rovnic

Rovnice 1- Výpočet ztráty

Rovnice 2- Výpočet nákladů na školení

Rovnice 3- Výpočet nákladů na technickou diagnostiku

Rovnice 4- Výpočet nákladů na výměnu oleje

Úvod

Údržba doprovází lidstvo již od vyrobení prvního primitivního nástroje. V té době byla prováděna zpravidla po poruše. S postupem času a vývojem technologií, nesměla ani údržba zaostávat. Lidé přišli na to, že je lepší poruchám předcházet a začala se provádět preventivní údržba. Vývoj však pokračoval a s příchodem moderních technologií se přechází na údržbu podle skutečného stavu objektu. V dnešní době je na výběr z několika možností a metod, jak stroje udržívat a celková efektivnost údržby pak vychází z vhodnosti zvolené metody nebo kombinací několika metod na danou oblast.

Pokud podnik nechce zbytečně přicházet o zisk, je potřeba aby si optimalizovala veškeré procesy, tedy ani oblast údržby by neměla být opomíjena. Optimalizování údržby má za cíl předejít poruchám, které by vedly k pozastavení výroby což přináší snížení nákladů, zvýšení kvality výrobků, zvýšení produktivity, a tedy i vyšší zisky. Chceme-li dosáhnout těchto cílů, je potřeba odhadnout životnost součástky a těsně před poruchou ji vyměnit. Ne vždy se to daří, ale pro lepší a přesnější odhady se využívá prediktivní metoda údržby, která spočívá v monitorování objektu.

Neexistuje univerzální recept na řešení systému údržby výrobních společností. Každý systém musí respektovat charakter výrobního procesu a podmínek. V dnešní době je velmi rozšířený komplexní přístup k údržbě. K tomu se využívá metoda nebo spíše filozofie zvaná TPM (Total Productive Maintenance). Ta si dává za cíl dosáhnout nulových neplánovaných prostojů, dosáhnout nulových ztrát dosáhnout nulových vad způsobených stavem strojů.

V této diplomové práci se věnuji seznámení s možnostmi a metodami provádění údržby, které pak dále využiji v následujících kapitolách. V druhé kapitole budu analyzovat proces údržby ve firmě Henniges Hranice, s.r.o. vyrábějící polymerní těsnění používané v automobilním průmyslu. Zaměřím se na údržbu lisovacích strojů, analýzu jejich poruch a příčin. Z těchto poznatků navrhuji úpravy údržby vedoucí ke snížení prostojů. V poslední kapitole práce se pokusím zhodnotit přínos mého návrhu jak z technického hlediska, tak i z ekonomického.

1 Teoretická východiska řešení problematiky

Údržba v jisté formě nás doprovází již od té doby, co si začali lidé vyrábět nástroje k ulehčení práce či jiných aktivit. I tyto nástroje bylo pravděpodobně nutné opravovat. První písemná známka o organizaci údržby pochází od egyptského kněze z data cca. 600 let př.n.l., kde reklamuje selhání dovozu nosníků z cedrového dřeva z Libanonu, plánovaných na použití opravy lodi boha AmonRa. „De aquaeductu Urbis Romae“ je dokument z období Římské říše z roku 97 n.l. ve kterém manažer zodpovědný za opravy vodovodní sítě v Římě Frontinus, popisuje metody a prostředky, které můžeme nalézt při praktikování i moderních metod údržby jako např. technická dokumentace, preventivní údržba či standardizace náhradních dílů. [1]

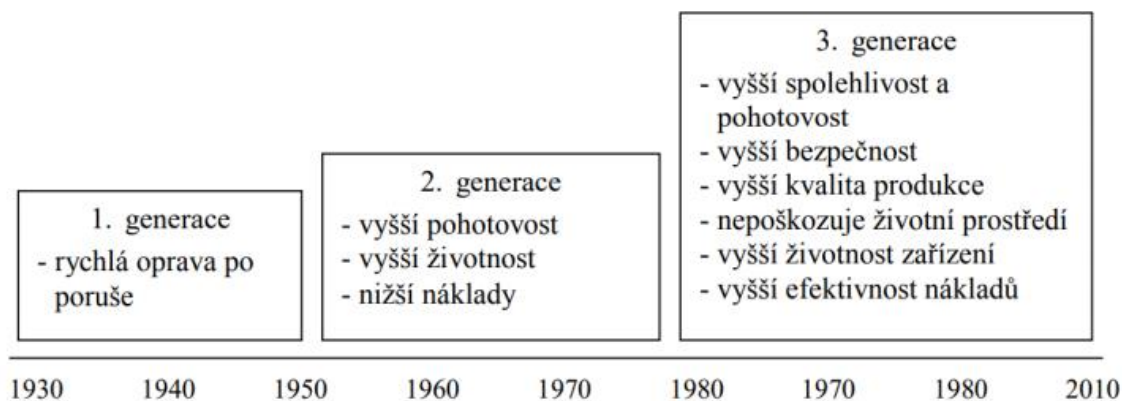
„Porucha znamená úplnou nebo částečnou ztrátu schopnosti provozu soustavy nebo prvku. O tom, zda změněná schopnost provozu znamená poruchu nebo ne, se rozhoduje podle stanovených podmínek provozu. Výraz selhání se používá ve stejném významu jako porucha.“ [2]

Právě poruchám se vhodnou volbou typu a organizace údržby, za pomoci různých metod a diagnostik snažíme nejlépe vyhnout či alespoň minimalizovat jejich množství. V této části mé diplomové práce popíši základní vývoj údržby, typy údržby, možnosti jak organizovat a řídit údržbu a popíši blíže moderní metody TPM a RCM (Reliability-Centered Maintenance).

1.1 Vývoj údržby

Jak je uvedeno výše, údržba nás doprovází již dlouho a byla prováděna samotnými uživateli či výrobcí objektu, a to až porucha nastala. Změna nastala příchodem první průmyslové revoluce, kdy se začalo využívat specializovaných pracovníků provádějících údržbu a později i vznik samotné profese údržbáře. Postupem inovace výrobních procesů a zařízení bylo zapotřebí i zlepšovat proces údržby, což dalo za vznik organizace a řízení údržby.

Na obrázku 1.1 je vidět, jak John Moubray rozdělil a popsal tři generace vývoje moderní údržby v oblasti očekávání od údržby a na obrázku 1.2 jak charakterizoval vývoj typů a nástrojů údržby.



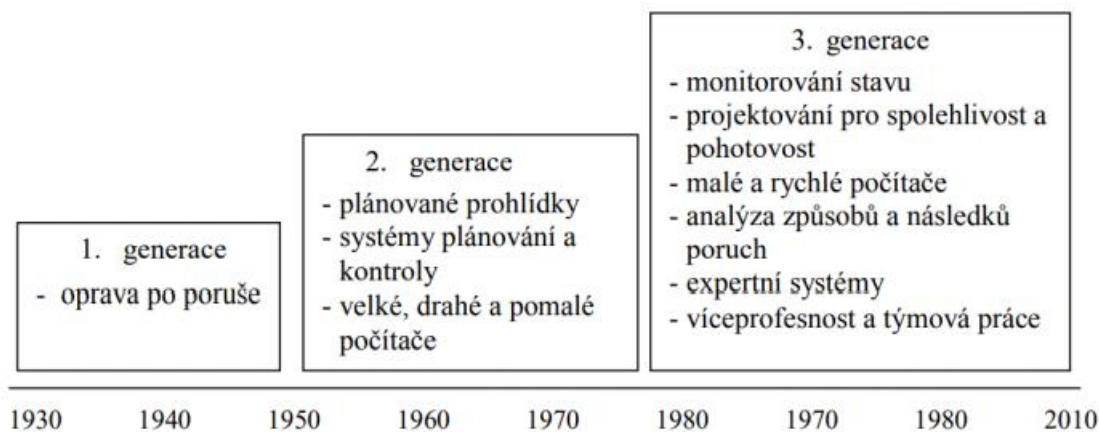
Obrázek 1.1 Vývoj očekávání majitele nebo provozovatele od údržby

Zdroj: Legát a kol. [1]

V první generaci je očekáváno, že porucha bude opravena co nejrychleji se zřetelem, aby dále nedocházelo ke zbytečným nákladům na údržbu.

V druhé generaci se pracuje již se složitějšími zařízeními, a tak se i předpokládá vyšší pohotovost, životnost a provozní spolehlivost zařízení. Majitel také očekává snižování nákladů na údržbu.

Ve třetí generaci se očekává také vyšší životnost, spolehlivost, pohotovost a kvalita, ale navíc i vyšší bezpečnost a snížení škodlivého vlivu na zdraví a životní prostředí.



Obrázek 1.2- Vývoj typů a nástrojů údržby

Zdroj: Legát a kol. [1]

V první generaci převládá údržba po poruše. V období druhé generace se již v malé míře začaly používat počítače, což umožňovalo zavést systém plánování a následné kontroly vykonávaných činností. Převládala tak preventivní údržba. Třetí generace je ovlivněna širokou škálou možných nástrojů a typů údržby, které vznikly z již vysoké kvality počítačové techniky. Vznikaly požadavky na spolehlivost, bezpečnost a ochranu lidí, na omezení nepříznivého vlivu na životní prostředí. Byla vytvořena

spousta přístrojů na monitorování stavu zařízení a metody sledování a vyhodnocování stavu zařízení.

1.2 Teorie údržby

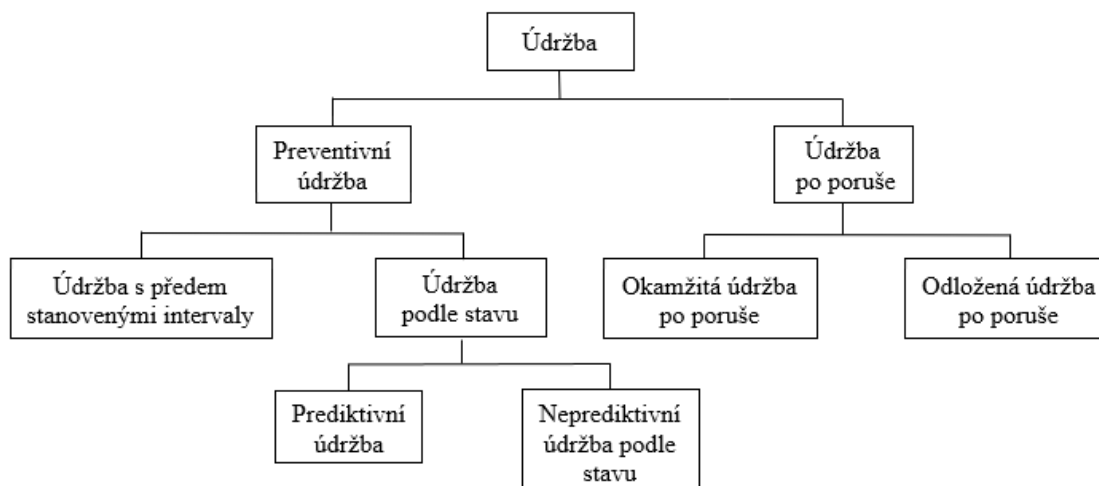
Údržba je souhrn všech technických a organizačních opatření zaměřených na udržování anebo obnovování provozuschopného stavu objektu či zařízení. [3]

Analýzy, hodnocení, řízení udržovatelnosti, zajištění údržby a bezporuchovosti patří mezi nedílné součásti řešení spolehlivosti. Je nutné tyto aktivity vyhodnocovat během celého životního cyklu výrobku. Je nutné neustále určovat a hodnotit nároky na udržovatelnost, požadavky na dosahování cílů udržitelnost, sestavovat a provádět příslušné programy. Metodické návody k řešení těchto problému nalezneme i v technické normě ČSN IEC 60300-3-10. [4]

„Tato norma, která je součástí řady norem ČSN IEC 60300-3, je návod k použití pro udržovatelnost. Je možné ji používat při uplatňování programu udržovatelnosti pokrývajícího etapy zahájení, vývoje a provozu výrobku, který je součástí úkolů popsaných v ČSN IEC 60300-2. V této normě se poskytuje návod na to, jak se u těchto úkolů mají brát v úvahu hlediska údržby, aby se dosáhlo optimální udržovatelnosti. Zásady stanovené v této normě lze aplikovat podle požadavků tak, že se program udržovatelnosti přizpůsobí, aby vyhovoval potřebám konkrétního projektu.“ [5]

1.3 Metody údržby

Po spoustě získaných zkušeností a vývoji údržby se dospělo k moderním metodám, jež jsou využívány v současné době v podnicích. Norma ČSN EN 13 306:2018 popisuje termíny používané při údržbě všeho druhu a při managementu údržby. Je tam také uvedeno schéma současného rozdělení metod údržby (obrázek 1.3). a v dalších řádcích popíši blíže základní metody údržby.



Obrázek 1.3- Přehled metod údržby dle ČSN EN 13 306:2018
Zdroj: vlastní zpracování dle ČSN EN 13 306:2018

1.3.1 Údržba po poruše

Nejstarší typ údržby. Využívá se především pro objekty s žádným nebo minimálním dopadem na pohotovostní zařízení, kvalitu výrobků či bezpečnost a životní prostředí. Pozitivem údržby po poruše je, že se využívá maximální hodnota užitečného života objektu. V principu se objekt (stroj, nástroj, aj.) používá tak dlouho dokud nedojde k poruše a až následně se provádí údržba nebo se objekt odstaví na dobu, než dojde k dodání náhradních dílů. Mezi negativa můžeme zařadit např. nastání poruchy v nevhodnou dobu a v důsledku toho pozastavení výroby potažmo ztráty zisku či poruchy neopravitelné, může také dojít ke zranění při vzniku nebezpečné poruchy. [6]

1.3.2 Preventivní údržba-údržba s předem stanovenými intervaly

Tato metoda je založená na pravidelných kontrolách, prohlídkách nebo předepsaných činnostech dle stanoveného termínu, případně po počtu použití. Frekvence a termíny preventivní prohlídky se určují z korektních informací založených na statistickém sledování daných zařízení. Frekvence opakování činností je často určována odhadem. Při tomto typu údržby se stává že i po provedení preventivní prohlídky v brzké době dochází k poruše či naopak se mění části zařízení, které by mohly ještě sloužit, a tak se zbytečně plýtvá, proto je nutné správně zvolit interval preventivní údržby. Mnoho činností má své intervaly preventivní údržby dáno zákonnými předpisy. Zpravidla tento typ údržby vede ke snížení nákladů na údržbu oproti údržbě po poruše. [6]

1.3.3 Preventivní údržba-údržba podle stavu

Podléhá monitorování charakteristik nebo parametrů a následujících činnostech údržby. Stav zařízení je hodnocen metodami sledování hluku, přehřátí, netěsnosti a zhoršení stavu povrchu. Používání subjektivních vjemů pomocí lidských smyslů jako jsou zrak, hmat, sluch a čich je nahrazován snímači a senzory umožňující lépe a objektivněji vyhodnocovat vlastnosti zařízení. Kladem této metody údržby je, že se údržba provádí až když je to nezbytně nutné, což snižuje poruchové stavy, zlepšuje bezpečnost a snižuje škodlivý vliv na životní prostředí. [6]

1.3.4 Preventivní údržba-údržba podle předpokládaného stavu

Údržba podle předpokládaného stavu neboli prediktivní údržba využívá diagnostických metod, postupů k vyhodnocování získaných informací a na základě toho předvídat vývoj stavu zařízení, aby se vyhnulo nežádoucímu stavu. Do diagnostických metod řadíme metody pro zjišťování změny teploty (termodiagnostika), vibračních charakteristik (vibrodiagnostika), znečištění oleje (tribodiagnostika), apod. [6]

1.4 Organizace a řízení údržby

Není důležité, jaké formální uspořádání organizace a údržby je praktikováno, ale zpravidla jsou dodržovány uznávané zásady, které pojednávají o zodpovědnosti pracovníků a komu jsou sami zodpovědní. Dále je povinnost manažerů vědět kdo je zodpovědný za stanovování cílů a dalších aktivit potřebných k jejich dosáhnutí. [1]

„Není tak důležité, kdo je zodpovědný „nahore“, ale kdo je zodpovědný v „první linii““ [1]

Jednotlivé formy organizace údržby můžeme rozdělit do tří skupin:

- Centralizovaná,
- Decentralizovaná,
- Kombinovaná.

K těmto třem základním je možné dále doplnit dodavatelskou údržbu. Outsourcing údržby je případ kdy se údržba nechává na cizí (mimo firemní) organizaci. Specifickým typem údržby je integrovaná forma, kdy pracovníci údržby mimo údržbářské práce vykonávají i provozní.

1.4.1 Centralizovaná organizační forma

Všechny činnosti a zodpovědnost za údržbu je prováděna jedním konkrétním útvarem. V tomto útvaru jsou soustředěni kvalifikovaní pracovníci a specialisté v jednotlivých profesích. Výhodou je odbornost pracovníků v oblasti údržby a vhodné vybavení útvaru pro údržbářské práce. Mezi nevýhodu řadíme neznalost prostředí, v kterém se zařízení nachází či obtížnou komunikaci s obsluhou zařízení. [1]

1.4.2 Decentralizovaná organizační forma

Skupiny pracovníků údržby jsou zařazeny do výroby. Oproti centralizované formě je zde daleko lepší znalost prostředí, provozních podmínek a je zde i dobrá komunikace mezi pracovníkem údržby a obsluhou. Avšak je u decentralizované formy nejednotné vedení a špatné využití zdrojů jako je materiál, náhradní díly, nářadí apod. [1]

1.4.3 Kombinovaná organizační forma

Tato forma údržby je kombinací předcházejících. Je možné volně kombinovat výhody obou dle potřeby, aby to nejlépe vyhovovalo provozu a minimalizovaly se nedostatky. [1]

1.4.4 Outsourcing

Outside resourcing, jednoduše outsourcing údržby je další z variant, jak přistupovat k údržbě. Outsourcing znamená, že firma přenechá údržbu externí společnosti specializované přímo na tuto činnost. Často bývá případem, že firma přenechává externí společnosti různé podpůrné a vedlejší činnosti. Nejčastěji se jedná o služby jako je úklid, doprava nebo správa počítačů. Tato forma je využívána v případě kdy firma chce zvýšit produktivitu a efektivnost, a přitom je nucena snižovat stavy zaměstnanců.

Zásady pro outsourcing:

- činnosti vykonávané externí firmou, patří mezi činnosti, které nesouvisí s charakterem vlastní náplně činností údržby,
- činnosti prováděné externí firmou musí vykazovat minimálně stejnou kvalitu, jakou by byla schopna zajistit vlastní údržba (platí pro jakost, finanční náklady, bezpečnost při prováděných činnostech, časový průběh),
- závislost na činnost externích firem nesmí být příliš velká.

1.5 Moderní přístupy k údržbě

1.5.1 Údržba zaměřená na bezporuchovost-RCM

„Reliability Centered Maintenance (RCM) v oficiálním překladu podle normy ČSN EN 60300-3-11 „Údržba zaměřená na bezporuchovost“, je metodika vypracování programů údržeb zpravidla pro složité stroje a zařízení s cílem zajistit jejich co největší bezporuchovost“ [1]

Rozvoj průmyslu spojeným se zvyšováním hromadné výroby a její efektivnosti v polovině 20. století dalo za vznik nové disciplíně- inženýrská spolehlivost. Inženýři spolehlivosti došli k závěru, že preventivní zásahy a opravy by se měly provádět v čase blízkém před nárustem intenzity poruch po kterých by se zařízení obnovilo do teoreticky „nového stavu“. Začátkem 90. let se metoda RCM dostala do Evropy a začaly se vyvíjet počítačové programy na podporu dané metodiky a začaly se proškoloval vedoucí pracovníci v oblasti údržby. [7]

Tato metoda je vhodná především pro tvorbu programů údržby složitějších systémů s výrazným dopadem jejich poruch na bezpečnost, narušení provozu a snížení hospodárnosti.

Základní principy a metody RCM

Koncepci RCM je možno charakterizovat velmi jednoduše ve smyslu „organizovaný zdravý inženýrský rozum“ a obsahuje čtyři znaky, kterými se odlišuje od jiných procesů preventivní prohlídky dle [1]:

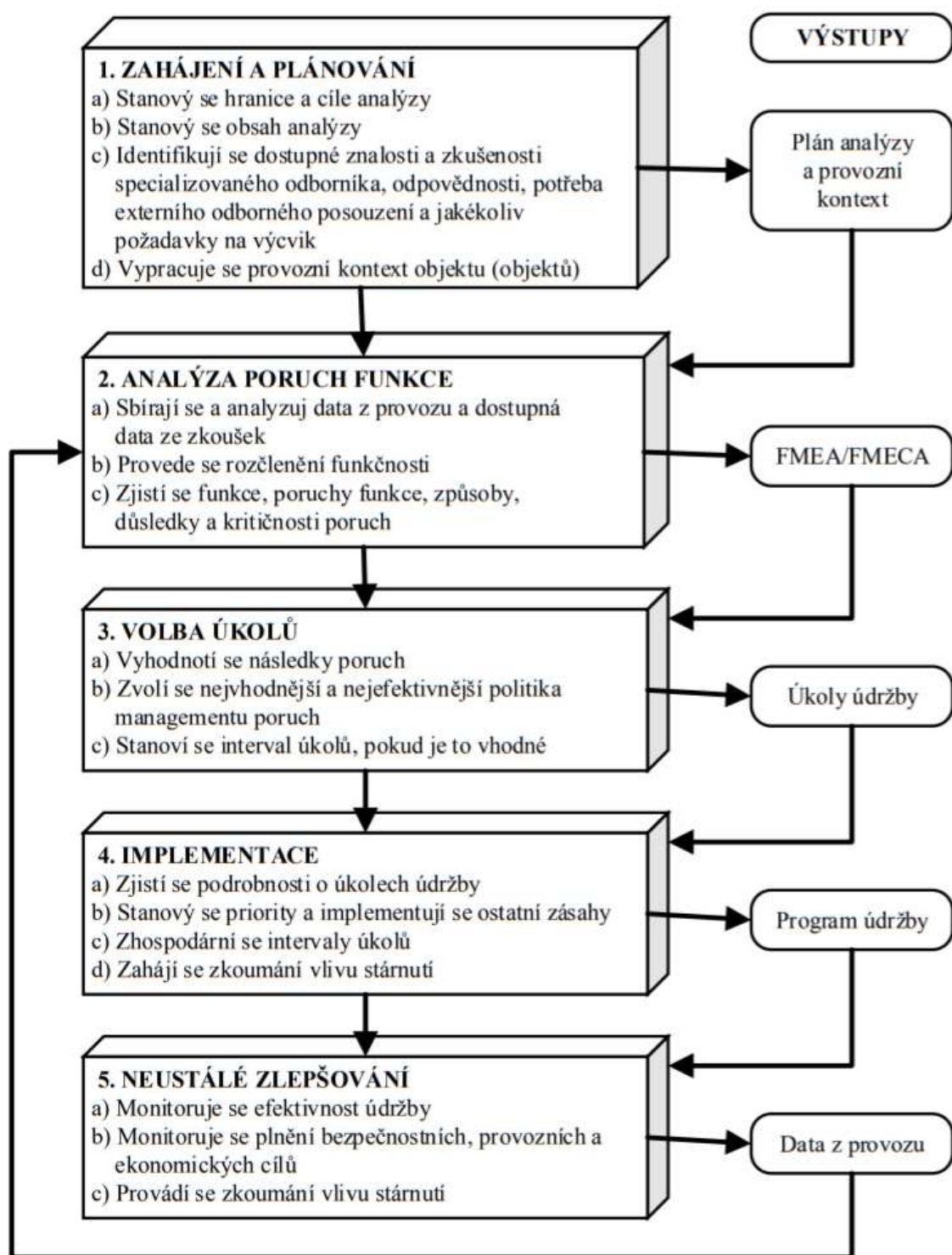
Princip 1- Zachování funkce systému je prvotním cílem RCM.

Princip 2- Identifikace způsobů poruchy pro dané komponenty, které mohou způsobovat nežádoucí funkční poruchy.

Princip 3- Kategorizace způsobů poruch na základě stromu logického rozhodování (funkce nejsou rovnocenné, a tedy ani způsoby jejich poruch).

Princip 4- Hledání použitelných a efektivních preventivních opatření.

Podle normy je celý proces RCM rozdělen do pěti kroků (obrázek 1.4.).



Obrázek 1.4- přehled procesu RCM
Zdroj: Legát a kol. [1]

Abychom získali efektivní program údržby musíme dosáhnout následujících cílů dle [1]:

- a) *udržet funkci objektu na požadované úrovni spolehlivosti v daném provozním kontextu;*

- b) získat informace, nutné pro zlepšení návrhu nebo pro přidání záloh u těch objektů, jejichž bezporuchovost se prokázala jako nedostačující;*
- c) dosáhnout těchto cílů při minimálních celkových nákladech LCC včetně nákladů na údržbu a nákladů na poruchy, kterým nelze zabránit;*
- d) získat informace, nutné pro průběžný program údržby, který se zlepšuje vzhledem k počátečnímu programu jeho revizím systematickým posuzováním efektivnosti dříve stanovených údržbářských úkolů.*

Analýza poruch funkce, klasifikace následků a volba úkolů RCM

Pro vypracování úspěšného programu údržby s použitím RCM je důležité pochopit funkce a poruchy objektu a jejich následků vyjádřené v podobě cílů organizace a při provozování objektů. Jako vhodná metoda pro použití v RCM lze použít metodu analýzy způsobů a následků poruch (FMEA/FMECA) a jejich kritičnosti. Při provádění analýzy složitého objektu, může být vhodnější celkovou funkčnost rozdělit na lépe zvládnutelné bloky. Všechny funkce objekty musí být identifikovány i s normou výkonosti, která by měla být kvantifikována. Norma výkonosti je úroveň výkonosti, kterou musí objekt splnit, aby plnil požadovanou funkci v daném provozním kontextu. [1]

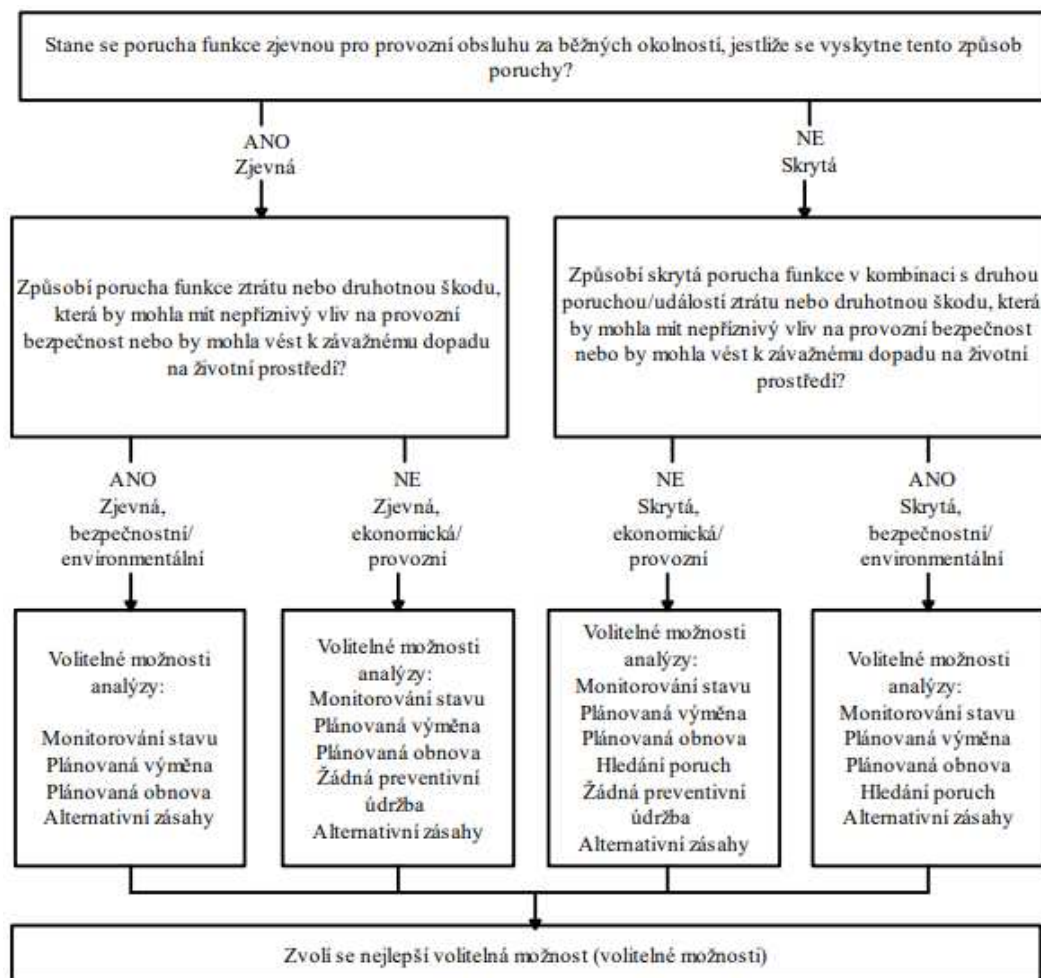
Pro vyhodnocení, které poruchy by měly být v průběhu analýzy RCM zpracovány se používá analýza kritičnosti. Hodnota kritičnosti je vyhodnocena ze závažnosti a intenzity výskytu. V automobilovém průmyslu je kritičnost poruchy vyjádřena součinem míry intenzity výskytu, míry odhalitelnosti a míry závažnosti. Hodnota každého činitele je v rozmezí od 1 (nejnižší) do 10 (nejvyšší) a výsledná hodnota kritičnosti se tedy pohybuje v rozmezí od 1 do 1000. Jako přípustná hodnota kritičnosti je uváděna hodnota v rozpětí od 60 do 125. [1]

Pro volbu úkolu RCM se používá řízeného logického přístupu, naznačeného na obrázku 1.5. Cílem je zvolit vhodnou politiku managementu poruch pro zabránění nebo alespoň ke snížení následků.

Z možností politiky managementu poruch můžeme volit zejména z těchto dle [1]:

- 1. Monitorování stavu-** Nepřetržité monitorování stavu nebo periodický úkol pro vyhodnocení stavů před a po změně parametrů
- 2. Plánovaná (rozvrhovaná) obnova-** Navrácení do specifického standardního stavu
- 3. Plánovaná (rozvrhovaná) výměna-** Vyjmutí objektu z provozu a nahrazení objektem odpovídajících norem výkonosti

4. **Hledání poruch-** Určen k odhalení skrytých poruch, a zhodnocení, zda je objekt schopen plnit svou funkci
5. **Žádná preventivní údržba (údržba po poruše)-** Porucha nebrání v plnění odpovídající funkce objektu, provádí se údržba po poruše nebo žádná údržba
6. **Alternativní zásahy-** Lze použít přepracování návrhu, modifikaci existujícího zařízení či změna údržbářského postupu



Obrázek 1.5- Diagram rozhodování v RCM

Zdroj: Legát a kol. [1]

Pokud chceme dosáhnout úspěšné aplikace údržby zaměřené na bezporuchovost je potřeba splnit následující faktory dle [1]:

- *stanovení jasných cílů projektu,*
- *podpora vrcholového vedení pro vytvoření prostředí, zavádění a zlepšování preventivní údržby v podniku,*
- *zapojení všech zainteresovaných stran (technici, údržbáři, a obsluhovatelé),*

- *dobrá a diferencovaná znalost metodologie RCM všemi zainteresovanými stranami,*
- *vypracování dobrého vzorového pilotního projektu RCM na vybrané výrobní zařízení v podniku,*
- *vytvoření dostatečných zdrojů pro analýzu, přezkoumání a zavádění všech správných výsledků a doporučení,*
- *jasná a srozumitelná dokumentace dosažených i dílčích výsledků k jejich prezentaci a podpoře dalšího rozvoje a šíření metody RCM.*

1.5.2 Komplexní produktivní údržba-TPM

Komplexní produktivní údržba- TPM je moderní systém údržby založen na procesu permanentního zlepšování a celkové aktivity. Do tohoto systému jsou zahrnuti všichni pracovníci od operátorů na strojích až po vrcholové vedení rozdělených do jednotlivých týmů stavěných napříč organizační strukturou závodu. Nejvíce je využívání standardizace, organizace práce na pracovišti, zveřejňování výsledků na nástěnkách apod. a procesu řešení problémů. [1]

TPM vzniklo v 70. letech 20. století a jejím tvůrcem je Seiichi Nakajima, který během 50. a 60. let studoval preventivní a produktivní systémy v USA a v Evropě a své znalosti využil při vytváření právě metody TPM. [1]

Hlavními cíli, jež si TPM klade jsou dosažení maximální možné výkonnosti a účinnosti zařízení, vylepšení stávající koncepce údržby, rozšiřování autonomní údržby mezi výrobními pracovníky, prohlubování znalostí a zdokonalování dovedností pracovníku prostřednictvím různých školení, týmovou prací či motivováním. Nadále v průběhu plnění těchto cílů je snaha o další kontinuální zlepšení zařízení. [8]

Základní pilíře TPM

Metoda TPM není jen o snaze předejít a nejlépe se vyhnout poruchám, snaží se i snížit chyby, prostoje a reagovat na případné změny v produkci jednotlivých sortimentů. Je postaven na pěti základních pilířích dle [1]:

- Hodnocení celkové efektivnosti strojů a zařízení
- Autonomní údržba
- Plánovaná údržba
- Systém pro návrh preventivní údržby a včasný management zařízení
- Trénink pro zlepšení zručností pracovníků

1. Hodnocení celkové efektivnosti strojů a zařízení

- za tuto činnost nesou zodpovědnost výrobní týmy, společně s oddělením údržby, výroby a technické přípravy výroby [1]

- využívá se ukazatel celkové efektivnosti zařízení (CEZ) anglicky Overall Equipment Effectiveness (OEE), což je funkce ztrát způsobených poruchami, ztrátami výkonu, seřizovacími časy či nízkou kvalitou vyráběných výrobků. Eliminujeme-li šest hlavních ztrát (obrázek 1.6) ovlivňující efektivnost zařízení můžeme tím docílit maximální efektivnosti zařízení tedy i minimalizace nákladů. Těchto šest hlavních ztrát dělíme dle Lengál a kol. [1] do tří skupin:

- Prostoje
 - poruchy vyplývající z chyb na zařízení
 - přestavování a seřizování
- Ztráty rychlosti
 - nečinnost, běh naprázdno a malé přestávky (abnormální činnost senzorů, blokování ve skluzech apod.)
 - redukce rychlosti (nesoulad mezi navrženou a skutečnou rychlostí zařízení)
- Chyby
 - chyby v procesech a opravy (neshodné výrobky a nedostatky v kvalitě, které potřebují opravu)
 - redukce času mezi startem stroje a stabilním provozem

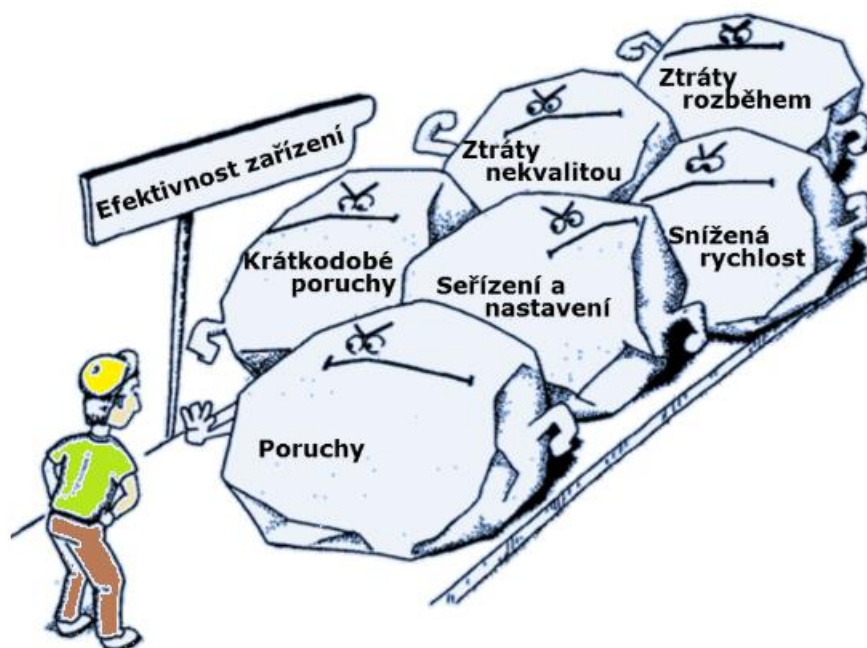
Celkovou efektivnost zařízení vypočítáme pomocí následujícího vzorce:

$$CEZ = A \cdot E \cdot Q$$

kde: A- součinitel pohotovosti,

E- součinitel výkonnosti,

Q- součinitel kvality.



Obrázek 1.6- 6 hlavních ztrát

Zdroj: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>

2. Autonomní údržba

- zajišťuje obsluha stroje, která díky znalosti zařízení na němž pracuje dokáže odhalit i malé abnormality chodu stroje a včasným řešením dokáže snižovat ztráty způsobené následnou opravou stroje. Zbylé úlohy údržby jako komplikovanější opravy nadále obstarává oddělení údržby. [1]

- postup implementace autonomní údržby je prováděn v sedmi krocích. Úkolem kroků 1, 2 a 3 z obrázku 1.7 je zajistit základní podmínky pro práci stroje jako je mazání, čištění či utahování volných částí stroje. Kroky 4 a 5 obstarávají provádění prohlídek a další přidružené činnosti. Poslední kroky 6 a 7 těží ze získaných zkušeností a znalostí ostroji a mohou tedy vylepšovat systém autonomní údržby.



Obrázek 1.7- 7 kroků implementace autonomní údržby

Zdroj: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Autonomni-udrzba.htm>

3. Plánovaná údržba

- oddělení údržby se snaží sbírat a zpracovávat údaje, aby mohlo předpovídat poruchy a snáze identifikovat příznaky potencionálních poruch. Řídí diagnostiku strojů, eliminaci chyb, odstranění slabých míst a plánovaný údržbářský program. [1]

- program plánované údržby se soustředí na vytvoření efektivního systému údržbářských prací, aby byl zajištěn stabilní výrobní proces.

- preventivní údržba se činnostmi jako prohlídka, revize, kontrola, výměna či diagnostika zařízení snaží účinným způsobem předcházet poruchám. Typickým znakem preventivní údržby je jednotný systém plánování a tvorby zásobníku práce nebo denní, týdenní reporty. [1]

4. Systém pro návrh preventivní údržby a včasný management zařízení

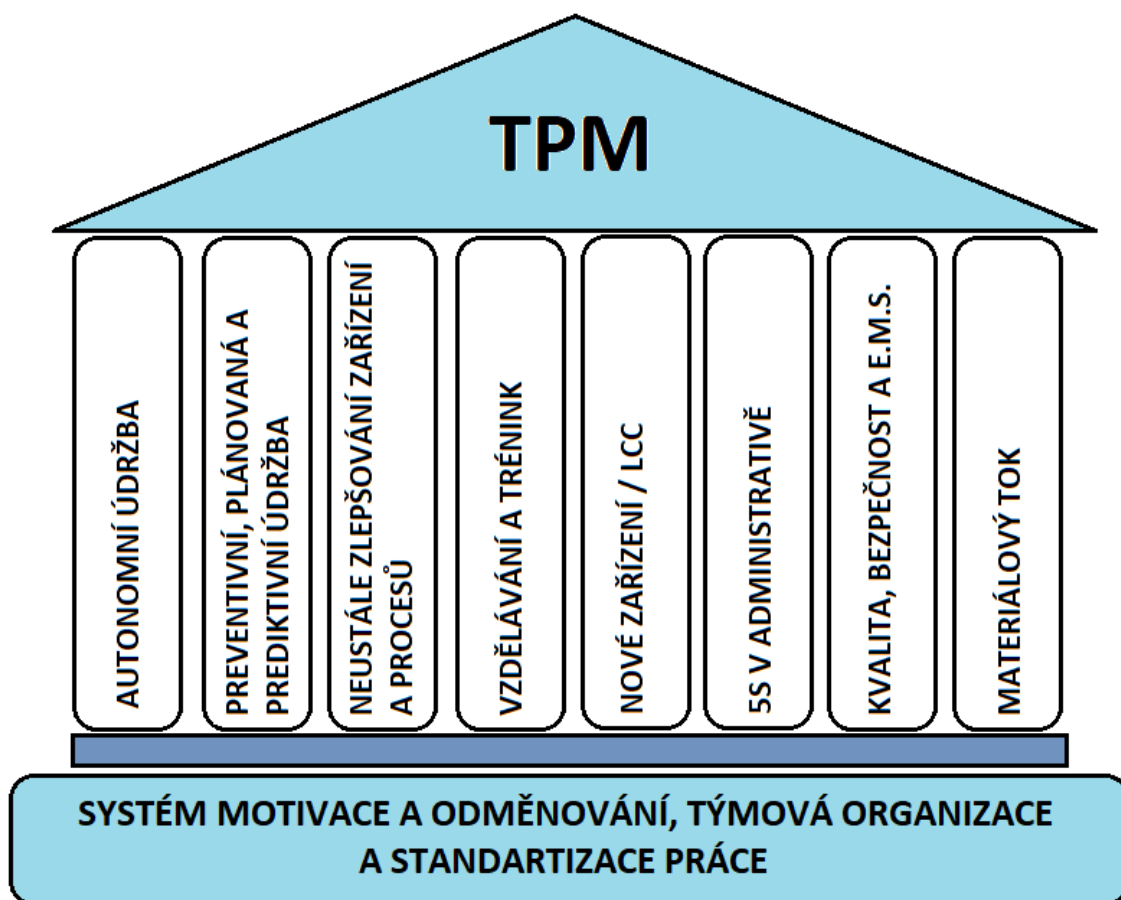
- technická příprava výroby a oddělení údržby má za úkol navrhnout výrobky, koncept a konstrukci zařízení a následný provoz tak, aby údržba a náklady s tím spojené byly co nejjednodušší a nejlevější [1]

5. Trénink a výcvik pracovníků pro vylepšení jejich zručnosti

- snaha o co nejlepší zúročení znalostí, zkušeností a dalším vzdělávání ve výše uvedených činnostech.

- školení a další způsoby rozšíření znalostí nejen operátorů o strojích na nichž pracují, o filozofii a pravidlech metody TPM, znalosti výroby a výše uvedených činnostech [1]

Modernější pojetí TPM je však rozšířeno na celkem osm pilířů uvedených na obrázku 1.8. Toto rozšíření reaguje na rozvoj techniky a průmyslu za získáním ještě vyšší efektivity, výkonosti a kvality.



*Obrázek 1.8- 8 pilířů metody TPM
Zdroj: Vlastní zpracování dle Legát a kol. [1]*

Zavádění TPM

K implementaci TPM se využívá 12 kroků jenž jsou zahrnuty ve čtyřech fázích navrhnutých dle Seiichi Nakajimy.

- Přípravná fáze

Přípravná fáze zpravidla trvá tři až šest měsíců, během kterých je nutné vytvořit prostředí vhodné pro zavedení programu TPM. Úkolem managementu firmy je představit své rozhodnutí o zavedení TPM a přiblížit jakými kroky toho chce dosáhnout. Vhodné je zorganizovat různé semináře pro bližší vysvětlení či publikací záměru v podnikovém zpravodaji.

1. obeznámení vedení podniku o rozhodnutí zavedení TPM např. článkem ve firemních novinách
2. zvýšení kvalifikace pracovníků a začátek kampaně k implementaci TPM

3. vytvoření TPM organizace, jenž bude zaštiťovat komise na každé úrovni k propagaci TPM
 4. vytvoření vize a politiky TPM a vytyčení cílů
 5. připravení hlavního plánu pro zavedení TPM s detailními implementačními plány pro všech těchto pět aktivit
- **Předběžná implementace**
 6. Zahájení TPM. Můžete pozvat klienty, sesterské firmy či dodavatele
 - **TPM implementace**
 7. Vylepšení výkonosti každého zařízení, zvol modelové zařízení a vytvoř projektové týmy.
 8. Navrhnutí programu pro autonomní údržbu, který bude splňovat sedm kroků autonomní údržby. Dále tento krok obsahuje vytváření metody pro certifikaci pracovníků
 9. Navrhnutí programu pro plánovanou údržbu zahrnující periodickou a prediktivní údržbu a management náhradních dílů, nástrojů, pracovních příkazů a plánů
 10. Zahájení a realizace tréninku na zlepšení dovedností v operacích údržby. Vhodné je trénovat všechny vedoucí společně a ti budou informace sdílet dále s členy skupin
 11. Vytvoření časového programu managementu zařízení což znamená plánování preventivní údržby a komisionálních kontrol
 - **Stabilizace**
 12. Zdokonaluj TPM implementaci a rozšiřuj počet aplikací TPM. Vyhodnocuj cenu pro produktivní údržbu a určuj vyšší cíle

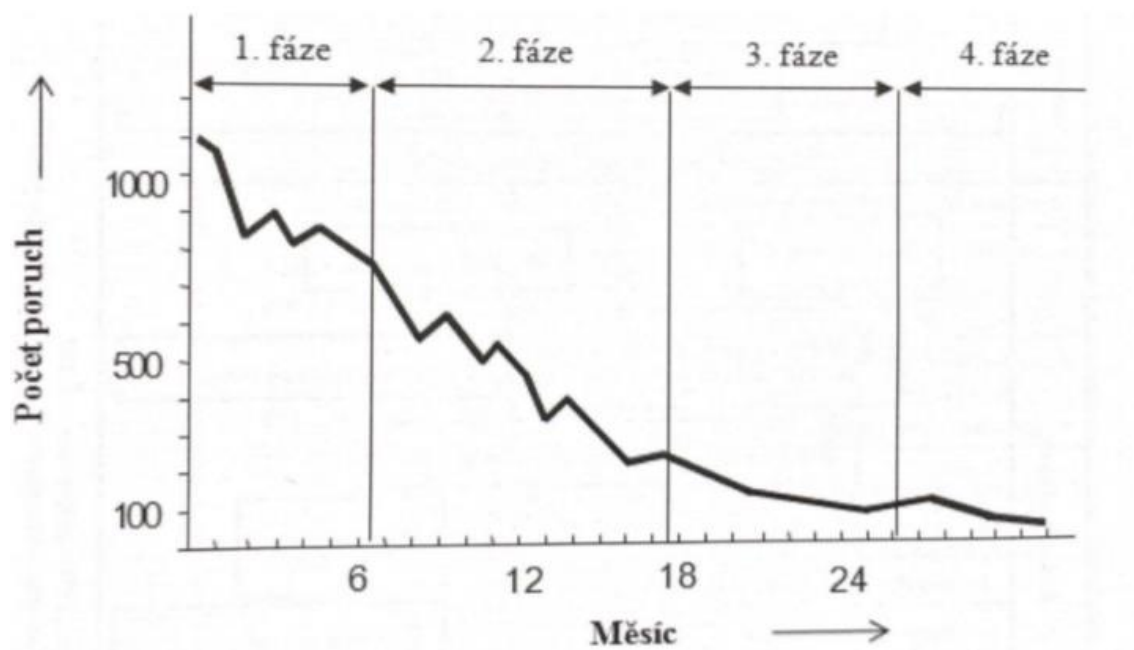
Čtyřfázový program implementace kroků TPM

Na obrázku 1.9 je průběh snižování poruch během časového úseku rozděleného do 4 fází. Tyto základní fáze implementace kroků TPM jsou dle [1]:

1. *fáze-Stabilizace časového intervalu mezi výskyty poruch strojů a zařízení (čistota, autonomní údržba, trénink pracovníků údržby a výroby).*
2. *fáze-Prodoužení životnosti zařízení (odstraňování zdrojů znečištění, normy čištění a mazání, preventivní údržba).*

3. fáze-Periodická obnova zhoršeného stavu zařízení (úplná autonomní údržba a plánovaná údržba).

4. fáze-Predikce životnosti zařízení (diagnostická kontrola stavu).



Obrázek 1.9- Průběh počtu poruch během zavádění TPM
Zdroj: Legát a kol. [1]

Přínosy z implementace TPM

Implementací TPM do provozu podniku zvýšíme konkurenceschopnost, jelikož dosáhneme snížení nákladů na údržbu a opravy, zkrátí se výrobní časy, vylepšení procesů, snížení poruch a prostojů aj.

První přínosy můžeme zaznamenat po 6 měsících, kdy v první polovině se zejména čistí stroje a zavádí metoda 5S a v druhé polovině se zaměřuje na snížení přerušení a vytváření technické dokumentace a standardů. Po tomto období bychom měli dosáhnout pokles přerušení o 30 až 50 %.

Po jednom roce je možné dosáhnout těchto dalších přínosů:

- Snížení poruchovosti až o 35 % za rok,
- Zvýšení pohotovosti až o 3 % za rok,
- Zlepšení technického využití až o 5 % za rok,
- Zvýšení CEZ min. o 6 % za rok,
- Zlepšení poměru plánované údržby k údržbě po poruše,
- Snížení nákladů na údržbu na jednotku produkce, snížení nákladů na údržbu [1]

1.6 Technická diagnostika

Vývoj strojů a techniky zapříčinil vznik velmi složitých prvků a celých zařízení, na které se klade velký důraz na spolehlivost. Nejen složitost strojů, ale i jejich cena si žádají, aby lepší detekci vzniků poruch, jejich příčinu a místo. Pro tuto činnost se používá technická diagnostika. Mezi metody technické diagnostiky řadíme vibrodiagnostiku, tribodiagnostiku, termodiagnostiku, akustickou diagnostiku, elektro diagnostiku aj. Podle požadavku na měřenou veličinu se volí odpovídající diagnostika.

1.6.1 Vibrodiagnostika

Vibrodiagnostika je jednou z nejčastěji používaných metod technické diagnostiky, jelikož je použitelná na širokou škálu strojních zařízení. Pro hodnocení stavu stroje se používá vibrační signál, který se dále zpracovává a analyzuje. K tomuto měření a analýze vibračního signálu se využívá rychlost, zrychlení nebo výchylka vibrací. [9]

1.6.2 Termodiagnostika

Využívá se pro měření a analýzu teploty a teplotních obrazců budov, ale s rozvojem termovizních kamer v posledních letech se hojně využívá i v oblastech jako je strojírenství, automobilní průmysl, stavebnictví, zdravotnictví, v potravinářském průmyslu apod. K měření se používá celá řada nejrůznějších dotykových teploměrů nebo lze provádět bezdotykové měření pomocí infračervených teploměrů a pro vyhotovení teplotních obrazců se používá termovizní kamery. [9]

1.6.3 Tribodiagnostika

Tribodiagnostika využívá informací obsažených v mazivu zařízení. V této metodě dochází k měření dvou základních informací. Prvním případem je zjišťování degradace samotného maziva. V druhém případě se z maziva určuje celkové poškození strojního zařízení, tedy jeho technický stav. [9]

1.6.4 Akustická diagnostika

U akustické diagnostiky je mírná podobnost s vibrodiagnostikou, sleduje projevy závad pomocí vyhodnocení akustického signálu. Jako hluk se bere jakýkoliv zvuk ve slyšitelném frekvenčním pásmu od 20 Hz do 20 kHz. Uvolněné a pohybující se části strojního zařízení budí vibrace a tyto vibrace způsobují pohyb částic vzduchu a tím tedy šíření akustického signálu. Akustický signál je měřen, analyzován a následně

vyhodnocován. Často se také sleduje působení hluku na lidský organismus, hlučnost zařízení a hygienicko-technické hledisko. [9]

1.6.5 Elektro diagnostika

Touto metodou se provádí technická diagnostika elektrických zařízení za pomoci nejrůznějších metod. Nejčastěji se používá pro nalezení poruch elektrického proudu, napětí, odporu apod. Pro odhalení elektrických poruch se často používají výše uvedené metody např. pro odhalení přechodového odporu ve spoji- termodiagnostika nebo pro odhalení nesymetrie elektromagnetického pole- vibrodiagnostika apod. [9]

1.7 Ekonomika údržby

Údržba se ve své podstatě snaží o odstranění následků opotřebení, prodloužení životností nástrojů a zařízení tedy zajišťuje provozuschopnost potažmo zisk, eliminací ztrát vlastní výroby. Aby toho byla ale schopna musí se na to vynaložit finanční prostředky, pracovní síla apod. Z toho je vidět, že i údržba má své ekonomické dimenze. Logicky se při zajišťování údržby řeší na jedné straně zajištění únosných nákladů na potřebnou a nutnou údržbu a na straně druhé minimalizace prostojů výrobních zařízení. [8]

Přímé náklady jsou snadno vypočitatelné, ale vliv na údržby na poruchy, prostoje apod. je velmi těžko měřitelný. Uvádí se, že pro skutečné náklady na údržbu jsou až ze 7/8 skryty (obrázek 1.10). Skryté znamená obtížně měřitelné, ale tyto náklady mají velký vliv na zisk.

Norma ČSN EN 15341 (Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby) obsahuje výčet nákladů, jenž jsou velmi důležité pro zjištění výkonnosti a měly by být zahrnuty do nákladů na údržbu. Tyto celkové náklady na údržbu obsahují dle [1]:

- *Mzdy, platy a přesčasy řídících, vedoucích, podpůrných a přímých pracovníků;*
- *Dodatečné náklady ke mzdám pro uvedené osoby (daně, pojištění, zákonné příspěvky);*
- *Náklady na náhradní díly a spotřební materiál, účtovaný na vrub údržby (včetně nákladů na dopravu);*
- *Náklady na nářadí a zařízení (nikoli ovšem kapitalizované nebo pronajaté);*
- *Náklady na dodavatele, na pronajaté zařízení;*
- *Náklady na konzultační služby;*
- *Administrativní náklady na údržbu;*

- Náklady na vzdělávání a školení;
- Náklady na činnosti údržby, vykonávané lidmi z výroby;
- Náklady na dopravu, ubytování v hotelech apod.;
- Náklady na dokumentaci;
- Náklady na CMMS- Computerized Maintenance Management Systems (systémy počítačového managementu údržby) a plánovací systémy;
- Náklady na energii a technické vybavení;
- Odpis kapitalizovaných zařízení a dílen údržby, skladů náhradních dílů.
- Výjimky:
- Náklady na změnu výrobků nebo čas výměny (např. výměnu raznic);
- Odpisy strategických náhradních dílů;
- Náklady na prostoje.



Obrázek 1.10- Ledovec nákladů
Zdroj: Helebrant F. [8]

1.7.1 Klíčové ukazatele výkonnosti údržby

Výkonnost údržby je důležitým faktorem jak pro výrobní ředitele, tak i pro manažery údržby. Ty nejpodstatnější ukazatele pro hodnocení výkonnosti můžeme nazývat jako „klíčové ukazatele výkonnosti“. Management podniku nejvíce zajímají ekonomické ukazatele. V hierarchii ukazatelů se upřednostňují ty na vyšší úrovni. K 1. 2. 2020 vstoupila platnost norma ČSN EN 15341- Údržba-klíčové indikátory výkonnosti údržby [10] upravující jednotný systém ukazatelů výkonnosti údržby v Evropě. [1]

Posláním ukazatelů je, aby se zařízení využívala nejlepším konkurenceschopným způsobem. Velkou část ukazatelů lze použít napříč různými průmyslovými odvětvími. Ukazatele lze použít pro: [1]

- a) *Měření stavu;*
- b) *Porovnávání (interní a externí porovnávací kritéria);*
- c) *Diagnózu (analýza slabých a silných stránek);*
- d) *Identifikaci a definování cílů, které se mají dosáhnout;*
- e) *Plánování akcí na zlepšování;*
- f) *Stálé měření změn v průběhu času.*

Ukazatele se vyjadřují jako poměr mezi faktory (čitatel a jmenovatel), které měří činnosti, zdroje nebo události podle daného vzorce. Faktory mohou být buď „interní“ nebo „externí“. [1]

Abychom byli schopni zvolit relevantní ukazatele je zapotřebí definovat cíle, jenž chceme dosáhnout na všech úrovních podniku. Dalším krokem je nalezení ukazatelů, které nám umožní změřit požadované parametry.

1.7.2 Ekonomická legislativa

Ekonomika údržby spadající pod ekonomiku celého podniku musí dodržovat a respektovat národní a mezinárodní legislativy. Ekonomická legislativa nepatří mezi ty nejjednodušší, ale i tak podnikatelé či celé podniky se jí musí řídit tak jako ostatními legislativami jich týkající. Ať už si to podnikatel hlídá sám nebo jako za velké podniky to zpravidla obstarávají specializované útvary, případně se využívá služeb externích specialistů.

Mimo Zákon o obchodních korporacích (zákon č.90/2012 Sb.) a živnostenský zákoník (zákon č.455/1991 Sb.) musí podnik v rámci své podnikatelské činnosti dodržovat i následující právní normy, zejména:

- Obchodní právo
- Živnostenské právo
- Daňové zákony
- Zákony pro účetnictví
- Pracovní právo a zaměstnávání
- Sociální a zdravotní předpisy
- Zákon o účetnictví

2 Analýza současného procesu údržby ve firmě

V této kapitole se budu věnovat analýze a rozboru procesu údržby ve firmě Henniges Hranice s.r.o. na základě poznatků z předchozích kapitol a informací získaných právě ze spolupracující firmy. Rozepíši zde jakým způsobem je organizovaná a řízena údržba v dané firmě, jak je plánovaná preventivní údržba a jaký systém k tomu využívají. Představím diagnostikované stroje, popíši nejčastější vady, poruchy a z této analýzy zpracuji návrh na výhodnější proces údržby.

2.1 Představení firmy Henniges Hranice s.r.o.

Henniges Automotive je výrobcem těsnění karoserií pro světové automobilky, jako jsou ŠKODA AUTO, VW, Ford, GM, BMW, Chrysler nebo Audi, a pro jejich dodavatele, např. firmu Magna nebo Webasto. V současné době zaměstnává v ČR 700 pracovníků. Management společnosti Henniges Automotive sídlí v Auburn Hills ve státě Michigan, firma má výrobní a výzkumná centra na několika místech v USA, Evropě i Asii. Jednou z lokací je i závod v Hranicích.

Hranický závod, Henniges Hranice s.r.o. viz obrázek 2.2 a jeho logo obrázek 2.1, vznikl v roce 2011 a je výhradně zaměřen na dodávky pro automobilový průmysl. Těsnění je vyráběno z termoplastických elastomerů či pryže. Dále se ve firmě snaží o vývoj alternativních materiálů, které zvyšují konkurenceschopnost výrobků, vylepšují vlastnosti produktů, šetří životní prostředí, a to i tím, že se snaží ve vysoké míře využívat recyklace materiálů.



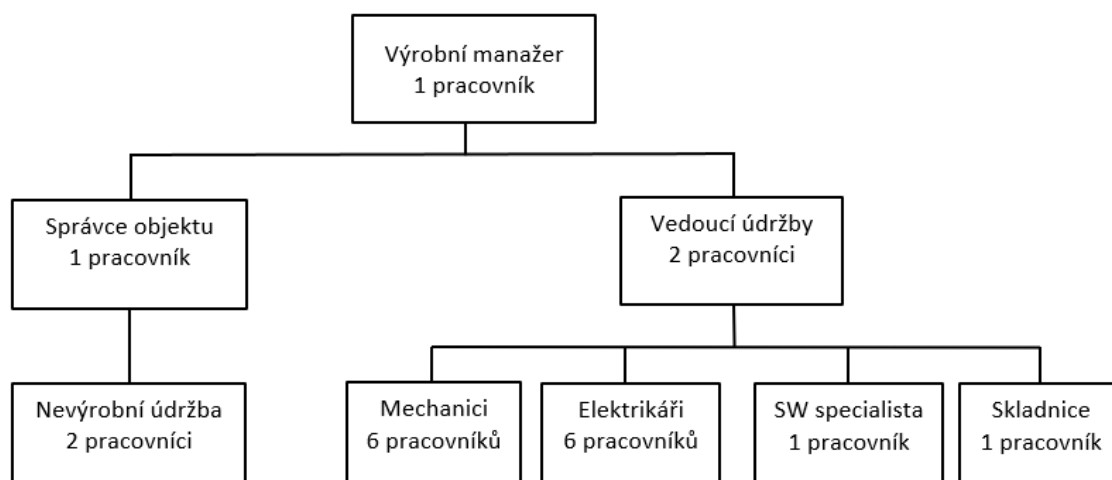
Obrázek 2.1- Logo Henniges Automotive
Zdroj: Archiv Henniges Automotive



***Obrázek 2.2- Sídlo firmy Henniges Hranice s.r.o.
Zdroj: Archiv Henniges Automotive***

2.2 Organizace údržby

Údržba ve firmě Henniges Hranice s.r.o. je z velké části zajišťována vlastními zdroji. Výrobní manažer má pod sebou správce objektu a dva vedoucí údržby. Správce objektu má na starosti dva nevýrobní údržbáře, kteří docházejí na ranní směnu. Vedoucí údržby jsou dva pracovníci s tím, že oba mají na starosti software specialistu a skladnici. Tyto pozice dochází pouze na ranní směnu, dále pak jeden z vedoucích údržby zodpovídá za mechaniky a druhý za elektrikáře. Mechanici a elektrikáři pracují na tří směnný provoz (ranní- 6:00-14:00, odpolední- 14:00-22:00, noční- 22:00-6:00), kdy na každou směnu dochází 2 pracovníci na údržbu mechanických systémů a dva pracovníci se zaměřením na údržbu elektrických systémů. Celkem tedy výrobní manažer vede oddělení údržby o 19 pracovnících. Strukturu oddělení údržby lze nalézt na obrázku 2.3.



Obrázek 2.3- Organizační struktura oddělení údržby ve firmě Henniges Hranice s.r.o.
Zdroj: vlastní zpracování

Téměř veškerou údržbu obstarávají údržbáři, obsluha stroje provádí pouze základní údržbové práce, čištění stroje a kontrolu bezpečnostních prvků před začátkem a na konci směny.

Nevýrobní údržbáři zastávající údržbu budovy, chladicích zařízení, kompresorů, tlakových zařízení, jeřábky a elektrických rozvodů mimo stroje apod. Software specialista má na starosti řešení drobných úprav softwarů na strojích. Mechanici a elektrikáři jsou proškoleni dodavateli strojů jsou tedy kompetentní k opravě veškerých problémů na strojích na celé hale.

Z organizační struktury uvedené na obrázku 2.3 a odborných znalostí pracovníků údržby je zřejmé, že ve firmě zastávají centralizovanou strukturu údržby.

2.3 Plánování údržby

Pro plánování údržby je ve firmě využíván systém Compekon. V tomto systému jsou zaevidovány jednotlivé stroje. Na základě dokumentace a zkušeností s veškerými zařízeními je ke každému přidělena preventivní údržba. Ta je rozdělena na strojní preventivní údržbu a elektro preventivní údržbu. Každý údržbář má pak přidělený určitý počet zařízení a k nim přiřazeny prevence.

Preventivní údržba je dále rozdělena dle doporučení výrobců a potřeby na:

- týdenní,
- měsíční,
- čtvrtletní,
- pololetní,
- roční.

Ze systému si každý údržbář vyfiltruje, na jakém zařízení a kdy je potřeba provést údržbu (obrázek 2.4). Po provedení dané prevence zaznamená do systému, zda zařízení bylo v pořádku či je potřeba vyměnit nějaký díl nebo opravit.

Stav PP	Plán.datum	Skut.datum	Doba	Stroj	Název stroje	Kód PP	Prof	Os.čísle	Příjmení	Jméno	Poruchy
Zaplánováno	09.03.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	07.04.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	07.04.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.04.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.04.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	11.05.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	11.05.2020			E009	Li LWB GIP 1000/500	202	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.01.2020	28.01.2020	0.40	E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.01.2020	22.01.2020	0.50	E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.02.2020	25.02.2020	0.40	E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.02.2020	26.02.2020	0.50	E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.03.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.03.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.04.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.04.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	11.05.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	11.05.2020			E010	předvarovací zal. - Rieburg	212	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.01.2020	28.01.2020	0.10	E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.01.2020	22.01.2020	0.10	E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.02.2020	24.02.2020	0.30	E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.02.2020	26.02.2020	0.20	E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.03.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.03.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.04.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.04.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	11.05.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	11.05.2020			E011	Odvíjecí zal. s předehřevem kordu/vlákn	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.01.2020	28.01.2020	0.20	E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.01.2020	22.01.2020	0.10	E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.02.2020	24.02.2020	0.30	E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.02.2020	26.02.2020	0.20	E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.03.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.03.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	09.04.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.04.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Zaplánováno	11.05.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	11.05.2020			E012	Odvíjení s předehřevem PES-vertikální	239	UZA	632	Kuchař	Jaroni	
Bez závad	07.01.2020	31.01.2020	0.10	E013	Předehřev výtahu IR	312	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Bez závad	07.02.2020	24.02.2020	0.30	E013	Předehřev výtahu IR	312	UEL	1672	Zajíc	Marek	
Zaplánováno	09.03.2020			E013	Předehřev výtahu IR	312	UZA	632	Kuchař	Jaroni	

Obrázek 2.4- Výpis preventivních prohlídek
Zdroj: Archiv Henniges hranice, s.r.o.

Preventivní údržby jsou nastavovány na jednoroční výhled, z důvodu možné změny pracovníků na oddělení údržby a možnosti výměny zařízení. Na obrázku 2.5 lze vyčíst seznam preventivních prohlídek prováděných konkrétně na lisech LWB 800/160t pracovníky údržby, v posledním sloupci je vypsána doba jak dlouho by oprava měla průměrně trvat. V příloze A je záznam o provedení údržby na strojích, kde se zaznamenává denní údržba obsluhou zařízení a týdenní kontrola předákem, zda je denní údržba prováděna.

Číselník preventivních prohlídek				Lisy LWB 800/160t		
Identi	Název prev. prohlídky	Doba trvání	Prof. Pě	Četnost prohlídky	Bližší popis činnosti profese	Doba
56	Slepovací zařízení WENO	1,20	UEL 20	Měsíčně	SNÍMAČ DRÁHY STRÍKOVACÍ JEDNOTKY 250cm3 - pohledová a funkční	0,05
57	Trmelicí zařízení SAS-YETI	0,00	UEL 30	Měsíčně	PŘÍBLIŽOVACÍ SNÍMAČ EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová a fu	0,05
58	Kompresor Atlascopko GA30V5	3,20	UEL 40	Měsíčně	TOPENÍ EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová a funkční kontrola	0,05
59	Kompresor Atlascopko GA75	3,20	UEL 50	Měsíčně	SNÍMAČ KONCOVÝCH POLOH STOLU - pohledová a funkční kontrola	0,05
60	Chladicí zařízení TEA602	1,80	UEL 60	Měsíčně	PŘÍBLIŽOVACÍ SNÍMAČ POSUVU EXTRUDERU PRŮMĚR 32 - pohledová a	0,05
61	Temperační jednotka	1,80	UEL 70	Měsíčně	NASÁVACÍ ZAŘÍZENÍ TRYCHTYRE TPE - pohledová a funkční kontro	0,05
62	Sekačka bez výstupu profilu	1,40	UEL 80	Měsíčně	SNÍMAČ DRÁHY UZÁVÍRACÍHO VÁLCE - pohledová kontrola na zašpi	0,05
63	Odkládací stůl - pohyblivý	1,40	UEL 90	Ročně	SKŘÍŇOVÝ ROZVADĚČ - odpojit od sítě a opatrně vysát.	0,05
64	Odkládací stůl - pevný	1,40	UEL 100	Čtvrtletně	CELÝ STROJ - kontrola poškození ovládacích prvků, kontrola	0,05
65	Stužicí kanál profilů	1,30	UEL 110	Půlročně	VENTILÁTOR SKŘÍŇOVÉHO ROZVADĚČE - zkontrolovat znečištění, v	0,05
66	Centrální řízení linky	0,20	UEL 120	Ročně	BATERIE CPU (ŘÍZENÍ) - zkontrolovat, rozsvítit li se "BATT LO	0,05
67	Odrávání od linky TPE 1	1,20	UEL 130	Ročně	BATERIE V OVLÁDACÍM ZAŘÍZENÍ - zkontrolovat, vybitá baterie	0,05
68	Suťící pec KSPE 2549	0,60	UZA 140	Měsíčně	VSTŘIKOVACÍ HLAVA PRŮMĚR 32 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKY 250cm3 - po	0,05
69	Míchačka primeru a lepidel	3,00	UZA 150	Měsíčně	VSTŘIKOVACÍ PIST PRŮMĚR 32 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKY 250cm3 - poh	0,05
70	Sekačky B7	1,20	UZA 160	Měsíčně	VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA 250cm3 - pohledová kontrola na těsnost.	0,05
71	Lisy LWB 380/80T, 380/115T	11,50	UZA 170	Měsíčně	VODÍČÍ LÍSTY EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová kontrola na	0,05
72	Suťící sílo granulátu	0,70	UZA 180	Měsíčně	HLAVA EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová kontrola na opotře	0,05
73	Lisy LWB 500/160t	16,10	UZA 190	Měsíčně	KLUZNÁ DESKA EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová kontrola na	0,05
74	Lisy LWB 380/100t	15,40	UZA 200	Měsíčně	HYDRAULICKÝ MOTOR EXTRUDERU PRŮMĚR 32 TPE - pohledová kontro	0,05
75	Lisy LWB 200/80t	11,40	UZA 210	Měsíčně	VODÍČÍ LÍSTY STOLU - promazat, suché mazivo locktite 8192.	0,05
76	Lisy LWB 300/100t	13,70	UZA 220	Měsíčně	KLUZNÁ DESKA STOLU - promazat, suché mazivo locktite 8192.	0,05
77	Lisy LWB 800/160t	15,00	UZA 230	Měsíčně	SERIZOVACÍ KROUZEK STOLU - promazat a seřadit, suché mazivo	0,05
78	Lisy LWB 2500/1000t, 1600/6	14,55	UZA 240	Měsíčně	HYDRAULICKÝ VÁLEC POSUVU EXTRUDERU PRŮMĚR 32 - pohledová kon	0,05
79	Sekačky Vw/UP, SAS	11,30	UZA 250	Měsíčně	UPÍNAČÍ ŠROUBY HORNÍ UPÍNAČÍ DESKY - doláhnout momentem 85 N	0,05
80	Katáčovací zařízení-konfekce	1,25	UZA 260	Měsíčně	UPÍNAČÍ ŠROUBY SPODNÍ UPÍNAČÍ DESKY - doláhnout momentem 85N	0,05
81	Lis ARBURG	42,40	UZA 270	Měsíčně	VSTŘIKOVACÍ TRÝSKA - kontrola na opotřebení, dolažení die vý	0,05
82	sekačka SPT, De-Co Hranice	1,30	UZA 280	Čtvrtletně	FILTR ZPĚTNÉHO TOKU HYDRAULIKY - výměna filtru, filtrační vl	0,05
83	Chladicí zař. CONAIR	6,00	UZA 290	Čtvrtletně	VZDUCHOVÝ FILTR - (PLNÍČI HRDLO) - vyčistit popř. vyměnit fi	0,05
84	Zdvíhací zařízení - jeřábek	7,20	UZA 300	Půlročně	ŠROUBOVÉ SPOJE, HYDRAULICKÉ HADICE A HYDRAULICKÉ VÁLCE - ddk	0,05
85	Suťící sílo SHINI	1,90	UZA 310	Ročně	HYDRAULICKÝ OLEJ - výměnit hydraulický olej a kompletně vyči	0,25
86	Pila STANKO	0,90	UEL 320	Měsíčně	TEMPERAČNÍ JEDNOTKA - kontrola el. inst.; kontrola topení; k	0,05
87	Chladicí zařízení CLIVET	0,60	UZA 330	Měsíčně	TEMPERAČNÍ JEDNOTKA - kontrola funkčních prvků - těsnost vod	0,05
88	Postupová sekačka STANKO	3,05				
89	Temperační jednotky - RK93	4,00				
90	Udržba Haly 1 a 2	9,80				

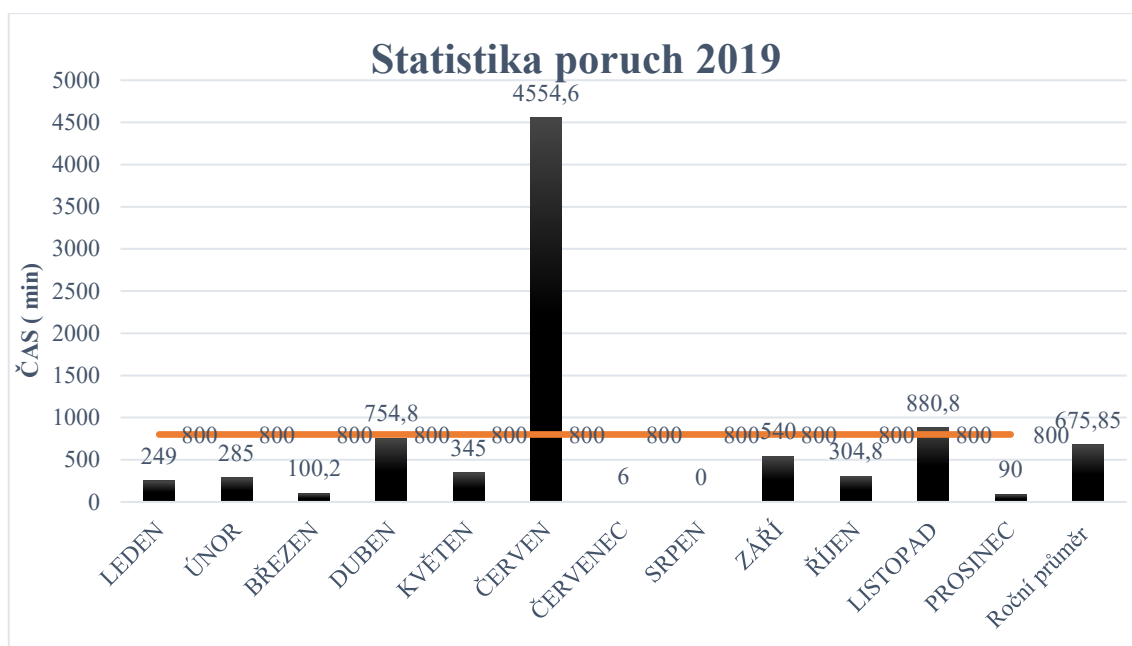
Obrázek 2.5- Seznam preventivních prohlídek na lisy LWB 800/160t
Zdroj: Archiv Henniges Hranice, s.r.o.

V celé výrobě si vedou detailní statistiku deseti nejdůležitějších strojů pro chod firmy. Na těchto deset strojů, jenž jsou vypsány v tabulce 1, jsou větší nároky na bezporuchovost, a proto se i více věnují jejich údržbě. Statistika doby poruch nejdůležitějších strojů za rok 2019 je uvedena na grafu 1. V tabulce 1 je rozpis počtu poruch u jednotlivých strojů a celková doba jejich prostojů.

Tabulka 1- Top 10 zařízení ve firmě

Č.	Zařízení	Doba opravy		Počet poruch
		V minutách	V hodinách	
1	ŠA06-Transfer SPT	4369,8	72,83	7
2	ŠA06-Lisy LWB 1600	60	1,00	1
3	ŠA06- Robot A06	0	0,00	0
4	ŠA7- Transfer SPT	186	3,10	3
5	ŠA7- Transfer Stanko	0	14,49	11
6	ŠA7- Lisy LWB 2500	0	0,00	0
7	TPE1- HVS, VVS	115,2	1,92	3
8	BMW-Spoj. Zař.- EPDM folie	334,8	5,58	4
9	BMW- Lis LWB500- Tandem	6	0,10	1
10	ATECA -Transfer sekačky	2638,8	43,98	20
	Celkově	7710,6	143,00	50

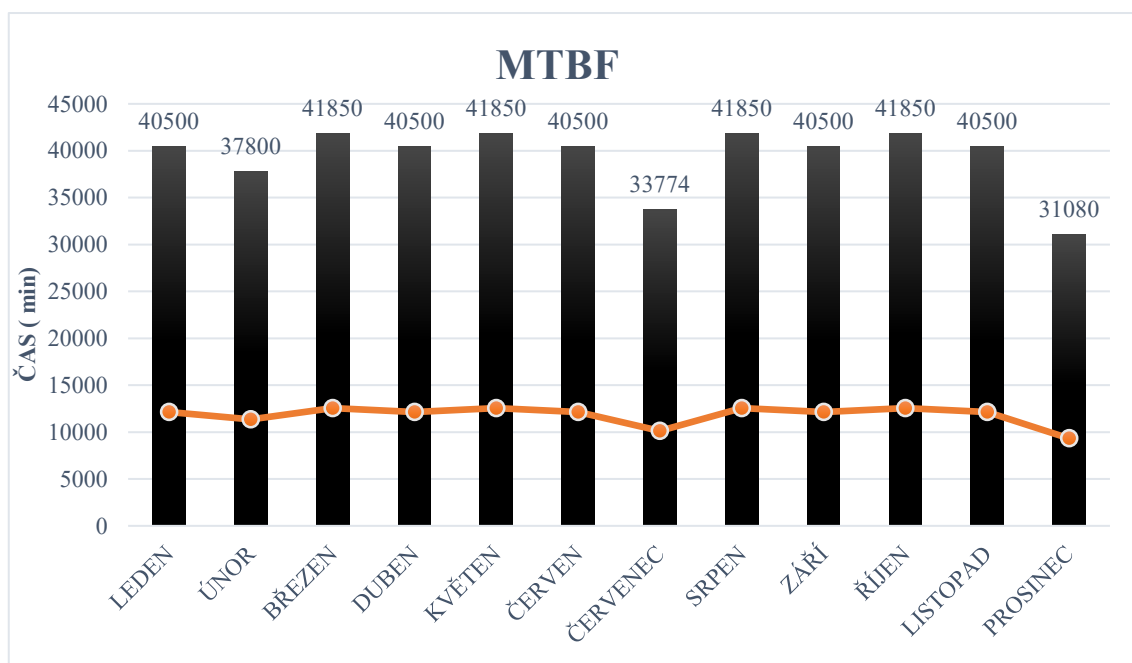
Zdroj: vlastní zpracování



Graf 1- Statistika poruch na 10 nejdůležitějších strojích výroby za rok 2019

Zdroj: vlastní zpracování

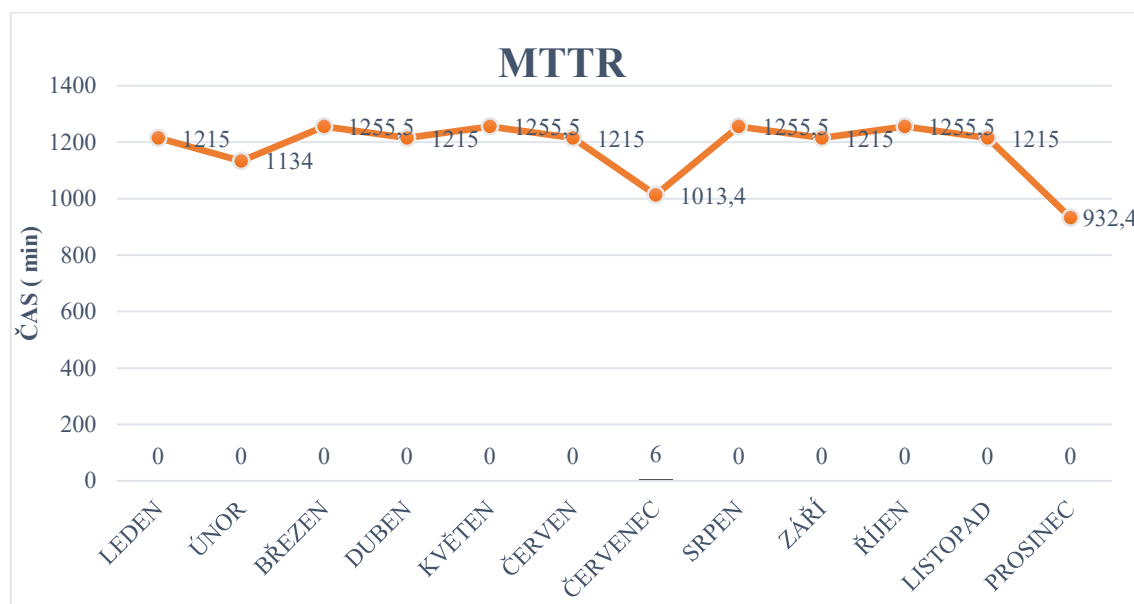
Pro příklad uvedu statistiku pro deváté zařízení z tabulky 1, stroj s označením M 296- Lis LWB 500- Tandem vyrábějící těsnění na automobily BMW. Statistika je vytvořena z hodnot za rok 2019. V grafu 2- MTBF (anglicky Mean Time Between Failures- česky střední doba mezi poruchami) je vidět, že hodnoty přesahují i trojnásobně minimální požadovanou hodnotu. Čím vyšší hodnota je, tím spolehlivější je zařízení.



Graf 2- MTBF- Mean Time Between Failures

Zdroj: Archiv Henniges Hranice, s.r.o.

Graf 3- MTTR (anglicky Mean Time To Restoration, česky střední doba do obnovení) vyjadřuje průměrný čas za který je možné zařízení opravit. Čím nižší hodnota je, tím rychleji se zařízení dostává zpět do provozu.



Graf 3- MTTR- Mean Time To Restoration
Zdroj: Archiv Henniges Hranice, s.r.o.

2.4 Diagnostikované stroje

Ve výrobě se používají lisy od dvou výrobců. Větší zastoupení mají lisy od německé firmy LWB Steintl GmbH & Co.KG a zbylé jsou od další německé firmy ARBURG. Vstřikovací lisy ke zpracování polymerních materiálů jsou využívány především pro svou ergonomii a konfiguraci dle potřeb zákazníka. Stroje jsou různě rozděleny podle projektů (výrobních linek). Na každý tvar těsnění je vyhovující jiná verze lisu a tak např. pro těsnění na BMW je využíváno lisů LWB 500- Tandem, pro těsnění na Škodu Auto lisy LWB 2500. Dále se lisy na lince rozlišují evidenčními čísly, kdy pro lisy LWB 500- Tandem se používá číslo M296, jelikož je jen jeden nebo pro lisy ARBURG 375C 50-170 se používá označení M477, M478, M334, M337, M480, M396 aj. Na obrázku 2.6 je vstřikovací lis LWB VCRS 550/150 určený pro práci s termoplasty bez přídavných látek podporujících opotřebování a korozi. Maximální vstřikovací tlak je 1800 barů na uzavírací válec se zdvihem 460 mm. Jako temperovací medium se používá H₂O+ RK 93 a obsah tanku pro hydraulický olej je 300 l.



Obrázek 2.6- Vstřikovací lis LWB VCRS 550/115 tc
Zdroj: Archiv Henniges Hranice, s.r.o.

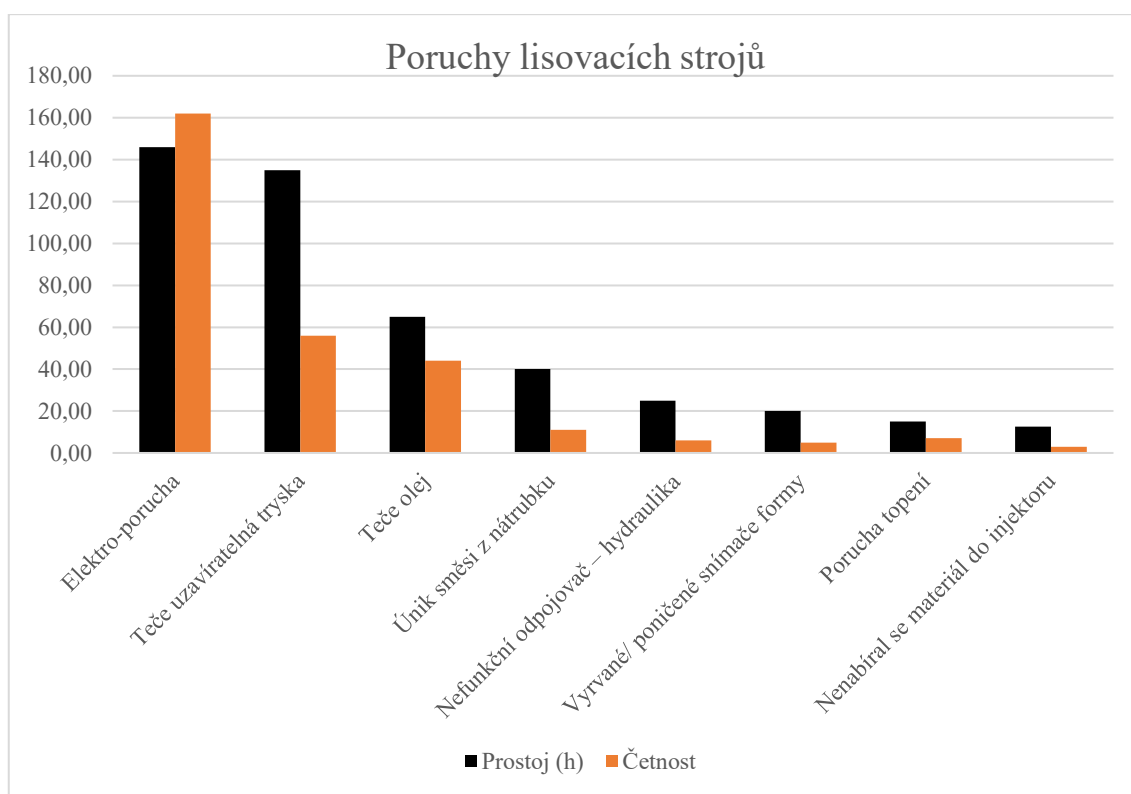
2.5 Statistika poruch zařízení

Ze všech poruch zaznamenaných v roce 2019 na lisovacích strojích jsem zůžil na osm poruch, které se vyskytovaly nejčastěji nebo jejich oprava trvala nejdéle a jejich hodnoty jsem uvedl v tabulce 2. Hodnoty z tabulky 2 jsem převedl do grafické podoby (Graf 2), kde je záznam celkové doby prostoje u poruchy a její četnost.

Tabulka 2- Statistika poruch na lisovacích zařízeních

Top 10	Číslo stroje	Název stroje	Popis závady	Prostoj (h)	Četnost
1.	M477	Lis ARBURG 375 V 500-170	Elektro-porucha	146,00	162
2.	M502	Lis LWB VCRS 550/115tc	Teče olej	135,00	56
3.	M478	Lis ARBURG 375 V 500-170	Teče uzavíratelná tryska	65,00	44
4.	M113	Lis LWB 380/80t	Únik směsi z nátrubku	40,00	11
5.	M536	Lis LWB VCRS 550/115tc	Nefunkční odpojovač – hydraulika	25,00	6
6.	M495	Lis LWB VCRS 380/80tc	Vyrvané/ poničené snímače formy	20,00	5
7.	M115	Lis LWB 380/80t	Porucha topení	15,00	7
8.	M202	Lis LWB 500/160	Nenabíral se materiál do injektoru	12,50	3

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 4- Poruchy lisovacích strojů

Zdroj: vlastní zpracování

3 Návrh procesu údržby lisovacích strojů

V této kapitole budu vycházet z poznatků předchozích kapitol a z analýzy současného provozu firmy Henniges Hranice, s.r.o. Pomocí statistik a poznámek uvedených ve druhé kapitole navrhu opatření k zabránění vzniku nejčastějších poruch, a to konkrétně elektro poruch a poruch týkající se úniku olejů.

Firmy uplatňující nejlepší praktické postupy v typickém případě využívají k realizaci strategie celou řadu provozních procesů. Ty můžeme rozdělit do tří kategorií dle [11]:

1. Programy nepřetržitého zlepšování, jako je úplné řízení jakosti
2. Programy řízení iniciativ, které zajišťují realizaci jednorázových programů změn
3. Programy pro sdílení nejlepších praktických postupů

Každý z výše uvedených programů vytváří hodnotu pro firmu prostřednictvím systémového vyladění obsahu programu se strategií. [11]

Elektro poruchy mají největší podíl z celkové doby odstavení provozu kvůli údržbě. Za rok 2019 to činí přesně 146 hodin rozdělených do 162 údržbářských aktivit. Tyto poruchy jsou řešeny údržbou po poruše, a tak jejich nečekaný vznik má velký vliv na provoz a ekonomiku celého podniku. Pokud porucha nastane v nevhodnou chvíli může podnik přijít o značnou část finančních prostředků např. když se výroba zabývá urgentní zakázkou a kvůli poruše nebude zvládnuta včas. Údržba po poruše je prováděna z důvodu nedostatečného počtu pracovníků údržby s elektrotechnickou specializací.

Poruchy zapříčiněné únikem olejů, maziv a chladících kapalin mají za vinu až 111 poruch s celkovým časem doby odstávky způsobené těmito typy poruch 240 h za rok 2019. Do tohoto typu poruch počítám protékání uzavíratelné trysky, oleje v částech celého systému zařízení a únik směsi z nátrubku.

3.1 Návrh na údržbu elektro poruch

Nepříjemnou vlastností těchto poruch často bývá jejich obtížná možnost nalezení. Řešení této problematiky je v současné době velmi obtížné, protože statistika poruch prováděná je velmi obecná. Do kategorie elektro poruch tedy zapisují jak např. uvolnění zemnění, nefunkčnost hlavního vypínače tak i poškození izolace elektrického vedení.



Nejen pro údržbu elektro částí lisovacích strojů bych navrhl záznam o provedení údržby s kroky a aktivitami v něm obsažené pro jasný postup preventivní prohlídky

a případné nalezené poruchy bych označil kódy pro konkrétnější vedení statistiky poruch zapříčiněných touto vinou.

V tabulce 3 je v prvním sloupci kód, jenž by se zaznamenával do statistik poruch klidně jako poznámka u předchozího hromadného označení elektro poruchy. V tabulce 3 jsem navrhl aktivity pro kontrolu elektro částí lisovacích strojů. Tyto aktivity lze dále modifikovat podle četnosti poruch a nejčastější poruchu změnit na samostatný kód pro lepší přehled. Pracovník údržby po provedení prohlídky запиše, zda je systém bez závady (viz. řádek EP1 v tabulce 3) nebo je se závadou a do poznámek popíše závadu, případně další připomínku (viz. řádek EP3 v tabulce 3). Nakonec vypíše datum prohlídky, své jméno a podepíše se.

Nedostatek pracovníků údržby bych na tuto aktivitu vyřešil využitím obsluhy strojů, s platnou odpovídající vyhláškou 50/1978 sb. V případě nedostatku pracovníku s touto vyhláškou lze postupovat proškolením pracovníků vlastních zmíněnou vyhláškou, ale s neodpovídajícím paragrafem. U těchto pracovníků lze očekávat předpoklady k dosažení odpovídajícího paragrafu.

Tabulka 3- Záznam o provedení údržby na stroji

Stroj	LIS LWB 500- M639	Název projektu	BMW- U11			
Kód činnosti	Popis činnosti	Vyhovuje/ nevyhovuje	Poznámka	Datum záznamu	Jméno zapisovatele	Podpis
EP1	Vyčištění el. zařízení - vyfoukání prachu včetně vyčištění krytů	ANO		28.04.2020	Sencovici	
EP2	Kontrola a dotažení všech spojů elektrického zařízení					
EP3	Kontrola funkčnosti a barevného značení ovládacích prvků a světelných návěstí	NE	závada- nevhodné použití značení ov.pr.- ndrží- objednat jiné	28.04.2020	Sencovici	
EP4	Kontrola ochr. obvodu - kontrola ochran. propojování, uzemnění přístrojů, dotažení svorek pro připojení ochran. vodiče, kontrola jejich označení					
EP5	Kontrola tech. stavu a funkčnosti el. prvků stroje, hlavní vypínač, centrální stop, ovládací prvky, spínací a jistící přístroje, koncové vypínače					
EP6	Kontrola stavu el. rozvodů na stroji - uložení, mechanická ochrana a zaústění vedení					
EP7	Kontrola označení el. přístrojů v rozvaděči, označení napájení stroje v napájecím rozvaděči a v rozvaděči stroje					
EP8	Kontrola el. pohonu stroje - sběrné ústrojí motorů, elektromagnetických spojek a brzd, tachodynam, stav chladících okruhů					
EP9	Kontrola krytů - zakrytí a označení obvodů, které jsou pod napětím i při vypnutí hlavním vypínačem, stav zámků, neporušenost krytů zábran, označení krytů výstražnými tabulkami					
EP10	Kontrola vymezených prostor před elektrickým zařízením					

Zdroj: vlastní zpracování

3.2 Návrh na údržbu unikajících tekutin

Únik kapalin ze systémů je častým problémem v průmyslových podnicích a mohou nastat jak po celé délce potrubí, tak i u ventilů a v dalších prvcích armatur. Takový únik může mít vliv na zvýšení provozních nákladů nebo v horším případě na bezpečnost. Je nutno rozlišovat množství úniku a unikající látku, jelikož je rozdíl, pokud uniká v malém měřítku drahý plyn nebo ve velkém pouze stlačený vzduch. Samozřejmě pro podnik je nejlepší varianta nulového úniku a v této kapitole se vynasnažím tomuto cíli přiblížit mým návrhem.

Jelikož si v podniku nevedou záznamy příčin úniku kapalin tak zde rozvedu různé varianty příčin a kroků k zamezení jejich vzniku. K únikům dochází zpravidla kvůli trhlinám nebo mezerám v těsnících prvcích. Pokud je na vině těsnící prvek může k opravě postačit dotažení či výměna těsnění nebo O-kroužku.

První příčinou úniku kapaliny může být nesprávně namontované těsnění typu kov na kov. Tento typ těsnění je obtížně vyrobitelný a jeho montáž vyžaduje správný postup instalace doporučován samotným výrobcem. V několika systémech potrubí v podniku se tento typ těsnění ještě používá.

Další příčinou může být nesprávné namontování potrubních komponent a tvarovek.

Poslední příčinou úniku je nevhodná volba trubek, hadic apod. Pokud je zvolen materiál trubek či hadic neodpovídající požadavkům vzhledem k okolnímu prostředí nebo proudícím kapalinám či tlaku budou náchylnější např. ke korozi, prasknutí a jinému selhání.

Předejít těmto příčinám pak lze montáží těsnění s nastavitelnou výplní těsniva oproti těsnění typu kov na kov. Pracovníci údržby by pak měli být proškoleni na montáž armatur, jak dotahovat celou sestavu podle potřebných specifikací a také jak ověřit správnost provedení spoje pomocí kontrolních spárových měrek (obrázek 3.1), které by měli použít při každé montáži. Nesmí ani podcenit přípravu trubek a hadiček, jelikož špatně seřezané potrubí/hadičky a ty bez zbavených vnitřních otřepů budou mít horší těsnící vlastnosti a mohou znečistit obvod.



Obrázek 3.1- Kontrolní spárové měrky

Zdroj: [https://www.arkov.cz/p/729865-b-\(skf\)-sada-29-ks-sparovych-merek-o-delce-200-mm-skf-20078](https://www.arkov.cz/p/729865-b-(skf)-sada-29-ks-sparovych-merek-o-delce-200-mm-skf-20078)

3.3 Technická diagnostika

Doporučuji zavedení technické diagnostiky, konkrétně tribodiagnostické metody, jakož to jednu z metod bezdemontážní technické diagnostiky. Tribodiagnostika využívá mazivo jako zdroj pro informace o mechanických změnách a dějích ve strojích a zařízeních, které tyto maziva používají. Při provádění tribodiagnostiky jsme, díky výsledkům z měření o kvantitě cizích látek v mazivu, a i jejich kvalitě, schopni reagovat včas na opotřebení určitých částí zařízení a tím zamezit většímu poškození. Tento včasný zásah nám tedy ušetří dobu strávenou opravou poškozené části, kdy může nastat i okolnost, že náhradní díl nebude skladem. Pokud se zjistí poškození části zařízení včas a nebude zrovna náhradní díl skladem budeme mít tedy i více času na objednání nového dílu. Samozřejmě nečekané odstávky nám snižují finanční prostředky získané výrobou, a i tomu lze tribodiagnostikou zabránit.

Sledování degradace maziva je důležité k hodnocení jeho fyzikálně chemických parametrů. Nečistoty poškozující mazivo můžeme rozdělit do čtyř kategorií:

- nečistoty primární- vznikají z potrubí, nádrží, hydraulických prvků (třísky, otřepy, aj.)
- nečistoty z okolí- dostávají se do obvodu z okolí např. po povrchu pístnice, přes netěsnící plnicí a odvzdušňovací otvory (nejčastěji písek a prach)
- nečistoty vzniklé z obvodu- vznikají z cirkulace hydraulických kapalin nebo provozem prvků (produkty koroze, eroze)
- nečistoty vzniklé z hydraulické kapaliny- jde o nečistoty vzniklé vypařením aditiv z oleje (detergenty, antioxidanty)

Abychom získali reprezentativní vzorek musíme se držet několika pravidel, v opačném případě by výsledky měření byly zkreslené a neodpovídaly by skutečnému stavu. Hlavními zásadami dle [12] jsou:

- vzorek musí představovat průměrné složení maziva v zařízení,
- vzorky by měla odebírat jedna osoba,
- zařízení musí být minimálně 20 minut v provozu,
- odpustíme cca 500 ml oleje do čisté nádoby a nalijeme zpět do zařízení,
- po propláchnutí odběrných zařízení provedeme odběr 200÷250 ml oleje,
- odebraný vzorek se označí a předá k rozboru.

Doporučuji provádět také stanovení celkového znečištění, jelikož až toto měření nám ukáže, jak velké nečistoty proudí v kapalině. V případě větších nečistot může nastat zanesení potrubí, vznik kavitace a následně k poškození prvků, a i úniku kapaliny z obvodu, což je jak je vidět v tabulce 2 jedna z nejčastějších poruch provozu.

Stanovení obsahu mechanických nečistot se provádí pomocí filtrace za podtlaku membránovým filtrem. Výsledkem tohoto měření je obsah nečistot v mg na 100 ml vzorku. Tato metoda je normalizována normou ČSN 65 6220.

Jelikož je výměna oleje finančně velmi náročná, tak i z tohoto důvodu je vhodné zavést tuto diagnostiku do preventivní údržby alespoň jednou ročně. Při nižším stupni znečištění je totiž možné využít elektrostatického čištění oleje a snížit tak znečištění a využít oleje po delší dobu provozu.

V případě zájmu a potřeby lze také využít dalších metod kontroly kvality oleje jako např.:

Kinematická viskozita při 40 °C a 100 °C

Bod vzplanutí

Obsah vody

Číslo alkality a kyselosti

Tribodiagnostiku bych doporučil provádět externí firmou, pokud by se kontrola prováděla jednou ročně tak nákup přístroje a zaškolení personálu bych neviděl jako vhodnou investici. Samozřejmě беру to z hlediska aplikování na lisovací stroje. Při použití diagnostiky i na dalších strojích je nutné zjistit kolik strojů by se bralo v potaz a jak by se nastavila frekvence provádění diagnostiky.

Tabulka 4- Tabulka pravděpodobnosti nebezpečí poruch

výťah z normy ISO 4406						
třída čistoty dle ISO	počet částic v 1 ml vzorku				třída čistoty dle NAS	zóna
	velikost > 5 µm		velikost > 15 µm			
	od	do	od	do		
10/07	500	1 000	64	130	2	B E Z P E Č N Á
11/08	1 000	2 000	130	250	3	
12/09	2 000	4 000	250	500	4	
13/08	4 000	8 000	130	250	5	
13/10	4 000	8 000	500	1 000		
14/09	8 000	16 000	250	500	6	
14/11	8 000	16 000	1 000	2 000		
15/09	16 000	32 000	250	500	7	
15/12	16 000	32 000	2 000	4 000		
16/12	32 000	64 000	2 000	4 000	8	
16/14	32 000	64 000	8 000	16 000		
17/12	64 000	130 000	2 000	4 000	9	
17/14	64 000	130 000	8 000	16 000		
18/12	130 000	250 000	2 000	4 000	10	
18/15	130 000	250 000	16 000	32 000		
19/14	250 000	500 000	8 000	16 000	11	N E B E Z P E Č N Á
19/17	250 000	500 000	64 000	130 000		
20/15	500 000	1 000 000	16 000	32 000	12	
20/17	500 000	1 000 000	64 000	130 000		
21/17	1 000 000	2 000 000	64 000	130 000		
21/19	1 000 000	2 000 000	250 000	500 000		
22/17	2 000 000	4 000 000	64 000	130 000		
22/19	2 000 000	4 000 000	250 000	500 000		
23/17	4 000 000	8 000 000	64 000	130 000		
23/19	4 000 000	8 000 000	250 000	500 000		
24/20	8 000 000	18 000 000	500 000	1 000 000		
24/24	8 000 000	18 000 000	8 000 000	18 000 000		

Zdroj: [12]

4 Technické a ekonomické zhodnocení přínosu návrhu

V následující kapitole zhodnotím technický a ekonomický přínos mého návrhu na vylepšení současného procesu údržby lisovacích strojů. V technickém zhodnocení odhadnu náročnost implementace a v ekonomické části porovnáám jaké finanční přínos by mé návrhy mohly přinést.

4.1 Technické zhodnocení

Údržba po poruše aplikována na opravy elektro poruch se zdá být nevhodnou volbou, kdy tento typ poruchy má na vině nejdelší čas prostojů. Z toho důvodu jsem navrhl zavedení preventivních kontrol za pomoci evidence stavu zařízení do navrhnutého záznamu o provedení preventivní prohlídky. Tento záznam by byl vhodný i pro použití při opravě poruchy, aby se vše mohlo zaznamenat do statistik poruch a jejich vypovídající hodnota byla co nejpřesnější. Následně ze statistik poruch pak upravit intervaly preventivních prohlídek tak aby se zabránilo co nejvíce jejich vzniku.

Únik kapaliny potažmo oleje ze systému je nepříjemný jak z hlediska ekonomického (zvýšené náklady na provozuschopnost) tak i z hlediska spolehlivosti zařízení (hrozba poruchy). K zabránění vzniku této poruchy, jsem navrhl zavedení technické diagnostiky, konkrétně tribodiagnostiky. Touto metodou lze zjistit znečištění oleje, které následně může poškodit prvky z obvodu vedoucího kapalinu. Tribodiagnostiku jakož to bezdemontážní metodu, lze provádět i za provozu a není tak nutná odstávka výroby. Termín provádění této diagnostiky je vhodné provádět každých 8 000 mth nebo navrhuji provádět každoročně pár týdnů před celozávodní odstávkou. V případě zjištění nevyhovujícího počtu nečistot v oleji lze aplikovat elektrostatické čištění. a to by právě mohlo probíhat v době odstávky. Pokud by ani elektrostatické čištění oleje nepomohlo bylo by nutné vyměnit olej v celém zařízení. Tuto formu diagnostiky by bylo možné, alespoň ze začátku, nechat provádět erudovanou firmu ve formě outsourcingu.

4.2 Ekonomické zhodnocení

V ekonomickém zhodnocení vypočtu ztráty zaviněné prostojem kvůli elektro poruchám a únikem oleje. Odhadnu náklady na implementaci mých návrhů a porovnáám náklady na elektrostatické čištění s výměnou oleje.

4.2.1 Ztráty vlivem odstavení stroje

Ztráty vlivem odstavení stroje budu vypočítávat pro lis od firmy LWB Steinkl GmbH & Co. kG. Ve výpočtu budu používat hodinovou sazbu pro obsluhu stroje a sazbu stroje při jeho odstavení. Ve výpočtech neuvažuji případné penále za nedodržení termínu spojené s odstavením.

$$Ztráta = (sazba\ obsluhy + sazba\ stroje) \cdot doba\ odstavení$$

Rovnice 1- Výpočet ztráty

Výpočet: ztráta vinou elektro poruch

Sazba obsluhy= 250 Kč/hod

Sazba stroje= 452 Kč/hod

Doba odstavení vinou elektro poruch= 146 hodin

$$Ztráta_{el} = (250 + 452) \cdot 146$$

$$Ztráta_{el} = 102\,492\,Kč$$

V následujícím výpočtu budu pracovat pouze s dobou odstavení vinou úniku oleje.

Výpočet: ztráta vinou úniku oleje

Sazba obsluhy= 250 Kč/hod

Sazba stroje= 452 Kč/hod

Doba odstavení vinou elektro poruch= 135 hodin

$$Ztráta_{ún.k.} = (250 + 452) \cdot 135$$

$$Ztráta_{ún.k.} = 94\,770\,Kč$$

Finanční ztráta způsobena elektro poruchami za rok 2019 tedy činila 102 492 Kč a v případě odstávky vinou opravování úniku oleje ze systému ztráta za rok 2019 činí 94 770 Kč.

Vzhledem k četnosti elektro poruch a úniku oleje lze tedy určit na kolik průměrně vyjde jedna porucha.

V případě ztráty 102 492 Kč a četnosti poruch 162 vychází jedna elektro porucha průměrně na ztrátu cca 633 Kč.

Celková ztráta vinou úniku oleje 94 770 Kč s četností poruch 56 vytváří ztrátu průměrně na jednu poruchu cca 1 692 Kč.

4.2.2 Analýza ekonomického přínosu návrhu

V této kapitole se pokusím odhadnout náklady na zavedení mých návrhů na úpravu procesu údržby lisovacích strojů. V návrhu zaměřeného na snížení počtu elektro poruch odhaduji náklady pouze na zaškolení pracovníků obsluhy stroje či jiných pozic se zájmem o zaškolení na vyhlášku 50. Náklady na zavedení mého návrhu ke snížení úniku oleje ze systému se skládají ze školení pracovníků údržby, nákupu k tomu potřebných pomůcek a nákladů na tribodiagnostiku.

Pro zaškolení na odpovídající paragraf vyhlášky 50 by bylo vhodné přihlásit cca. 10 pracovníků z řad obsluhy zařízení.

$$\text{Náklady(školení)} = \text{počet pracovníků} \cdot \text{cena školení}$$

Rovnice 2- Výpočet nákladů na školení

Výpočet: náklady na zaškolení elektro pracovníků údržby na vyhlášku 50.

Počet pracovníků: 10

Cena školení: 1500 Kč/os.

$$\text{Náklady(školení)}_{\text{vyhl.50}} = 10 \cdot 1500$$

$$\text{Náklady(školení)}_{\text{vyhl.50}} = 15\,000 \text{ Kč}$$

Výpočet: náklady na zaškolení mechanických pracovníků údržby na montáž armatur.

Počet pracovníků: 6

Cena školení: 800 Kč/os.

$$Náklady(školení)_{arma.} = 6 \cdot 800$$

$$Náklady(školení)_{arma.} = 4\,800 \text{ Kč}$$

Náklady na nákup pomůcek k odpovídající kvalitě montáže armatur odhaduji na nákup kontrolních spárových měrek v počtu alespoň deseti kusů, pro každého pracovníka, a navíc čtyři do zásoby. Tuto celkovou částku bych odhadl na 4 500 Kč.

Provádění tribodiagnostiky externí firmou vychází na 1 350 Kč. Analýza celkového znečištění oleje ve stroji stojí 230 Kč. V případě vysokého znečištění lze provést elektrostatické čištění, které přijde na 1 780 Kč. Toto čištění se provádí max. dvakrát na jednom stroji, pokud i druhé čištění je nedostačující, pak přichází výměna oleje.

Pokud tedy budu uvažovat, že bude nutné provádět elektrostatické čištění dvakrát, aby se dosáhlo požadované kvality oleje budou náklady na celé měření pro jeden stroj následující.

$$Měření oleje = tribodiagnostika + 3 \cdot analýza oleje + 2 \cdot el. \text{ čištění}$$

Rovnice 3- Výpočet nákladů na technickou diagnostiku

Výpočet: náklady na technickou diagnostiku

Tribodiagnostika: 1 350 Kč

Analýza znečištění oleje: 230 Kč

Elektrostatické čištění: 1 780 Kč

$$Tech. diagnostika = 1\,350 + 3 \cdot 230 + 2 \cdot 1\,780$$

$$Tech. diagnostika = 5\,600 \text{ Kč}$$

V případě neúspěšného elektrostatického čištění, lze odhadnout náklady na výměnu oleje u jednoho stroje.

$$Výměna oleje = objem \cdot cena \text{ likvidace oleje} + objem \cdot cena \text{ oleje}$$

Rovnice 4- Výpočet nákladů na výměnu oleje

Výpočet: náklady na výměnu hydraulického oleje na jeden lis

Objem: 300 l

Cena likvidace oleje: 2 Kč/l

Cena oleje: 44 Kč/l

$$Výměna\ oleje = 300 \cdot 2 + 300 \cdot 44$$

$$Výměna\ oleje = 13\,800\,Kč$$

Z porovnání výsledků výpočtu nákladů na provedení technické diagnostiky pro případ, kdy by se provádělo dvojí elektrostatické měření pro dosáhnutí vyhovující kvality oleje a nákladů na výměnu oleje u jednoho stroje je zřejmé, že výměna oleje je o 8 200 Kč nákladnější.

Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval analýzou a návrhem procesu údržby lisovacích strojů ve výrobě polymerních těsnění ve firmě Henniges Hranice, s.r.o. se kterou jsem spolupracoval. Údržba, v dnešní době je velmi důležitá k zabezpečení jakosti produktů. K tomu je potřeba sledovat technický stav strojů a zařízení a zabezpečit jejich bezporuchovost.

V zadání práce byly definovány čtyři hlavní cíle. Prvním cílem bylo seznámení s problematikou údržby ve výrobní praxi. Dalším bodem byla analýza současného procesu údržby lisovacích strojů ve firmě Henniges Hranice, s.r.o. a statistika jejich nejčastějších poruch. Třetím cílem bylo navrhnout, na základě získaných informací, proces údržby tak, aby bylo dosaženo vylepšení stávajícího procesu údržby. V poslední hlavní kapitole bylo za cíl zhodnotit vlastní návrh úpravy současného stavu údržby, a to jak z technického hlediska, tak i z ekonomického hlediska.

V první kapitole je obsažen popis vývoje údržby již od doby před naším letopočtem až po současnou dobu. Jsou zde uvedeny metody údržby i to jak je popisuje norma ČSN EN 13 306:2018. Seznámili jsme se s organizací a řízením údržby, jaké jsou možnosti i to, že je důležitější kdo je zodpovědný v „první linii“ a ne kdo je zodpovědný „nahore“. V moderních přístupech k údržbě jsou blíže rozebrány metody RCM- Údržba zaměřená na bezporuchovost a TPM- komplexní produktivní údržba. Seznámili jsme s technickou diagnostikou, co nám dokáže změřit a jak nám to může pomoci k dosažení maximální životnosti objektu bez vzniku neplánované poruchy. V ekonomické části první kapitoly je rozepsáno jaký vliv má údržba na ekonomiku podniku.

V druhé kapitole jsme se seznámili s firmou vyrábějící polymerní těsnění Henniges Hranice, s.r.o. V analýze jejich současného procesu údržby lisovacích strojů byla zjištěna jejich centralizovaná organizace údržby a popsáno jak plánují preventivní prohlídky strojů pomocí systému Compekon. Po bližším představení diagnostikovaných strojů jsem uvedl statistiku jejich nejčastějších poruch a bylo zjištěno, že největší problém mají s elektro poruchami a únikem oleje ze zařízení.

Po analýze jsem se věnoval návrhu na vylepšení současného procesu údržby tak, aby se snížila četnost elektro poruch tak i úniku oleje. Pro snížení počtu elektro poruch jsem navrhl záznam o provedení údržby, kde jsem rozepsal několik možných příčin těchto poruch a přiřadil jsem k nim jednotlivé kódy pro lepší rozlišení jejich příčin ve vedených statistikách poruch. Firma totiž si vede statistiku poruch, ale neuvádí jejich příčiny, a tak nemají přehled co je jejich největším nepřítelem. K údržbě úniku oleje jsem navrhl zaškolení pracovníku údržby na montáž armatur, aby nedocházelo k únikům špatnou montáží. Dále pak zavedení technické diagnostiky, konkrétně tribodiagnostiky. Tuto metodu jsem zvolil z důvodu analýzy zda nedochází k poničení obvodu a tedy úniku oleje

pro zvýšený výskyt nečistot v proudící kapalině, které mohou způsobit i poškození samotného zařízení.

Z technickém hlediska, náročnost implementace mých návrhů, není vůbec obtížná. Mírné problémy se mohou vyskytnout při zaznamenávání poruch do statistik, kdy bude potřeba nastavení lehce poupravit a v případě malého zájmu a zaškolení na vyhlášku 50 z řad interních zaměstnanců. Náklady na technickou diagnostiku včetně dvojího elektrostatického čištění jsou o 8 200 Kč nižší než výměna oleje u jednoho stroje. V případě, že se ve firmě nacházejí desítky strojů kde tuto diagnostiku aplikovat je tato úspora značná.

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Jiřímu Hrubému, CSc. za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky a čas strávený na konzultacích.

Dále bych rád poděkoval rodině a přátelům za podporu nejen při zpracování této práce, ale i během celého studia.

Bibliografie

- [1] LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2013. ISBN 978-80-7431-119-2.
- [2] STARÝ, Ivan. *Teorie spolehlivosti*. Praha: Ediční středisko ČVUT, 1982.
- [3] STUHLÝ, Vladimír. *Teória údržby*. 1.vyd. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1993. ISBN 80-7100-056-6.
- [4] MYKISKA, Antonín. *Bezpečnost a spolehlivost technických systémů*. Vyd. 2. přeprac. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02868-2.
- [5] ČSN IEC 60300-3-10: *Management spolehlivosti - Část 3-10: Návod k použití - Udržovatelnost*. První vydání. Praha: Český normalizační institut, 2001. ČSN IEC 60300-3-10.
- [6] GREJČÍK, Juraj a Vladimír STUHLÝ. *Organizácia údržby a údržbové systémy*. 5. dopl. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2009. ISBN 978-80-554-0111-9.
- [7] MOUBRAY, John. *Reliability-centered Maintenance*. 2nd ed. New York: Industrial Press Inc., 1997. ISBN 0-8311-3078-4.
- [8] HELEBRANT, František. *Technická diagnostika a spolehlivost*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1690-6.
- [9] BLATA, Jan a Janusz JURASZEK. *Metody technické diagnostiky: teorie a praxe = Metody diagnostyki technicznej : teorie a praktyka*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-2997-5.
- [10] ČSN EN 15341 *Údržba – Klíčové indikátory výkonnosti údržby*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- [11] KAPLAN, Robert a David NORTON. *Alignment: systémové vyladění organizace : jak využít Balanced Scorecard k vytváření synergií*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2006. Knihovna světového managementu. ISBN 80-7261-155-0.
- [12] HELEBRANT, František, Ladislav HRABEC a Jan BLATA. *Provoz, diagnostika a údržba strojů* [online]. První. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2013 [cit. 2020-05-05]. ISBN 978-80-248-3028-5. Dostupné z:
<https://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/340/cs/studium/vyuka/provoz-diagnostika-a-udrzba-stroju/Provoz-diagnostika-a-udrzba-stroju-Vyukove-materialy.pdf>

Přílohy

Příloha A- Záznam o provedení údržby obsluhou stroje

Příloha A



Záznam o provedení údržby na strojích
v řádku odpovídajícím datu dne zaškrtněte/zakroužkujte u předepsaných kontrol příslušný symbol a vyplňte své osobní číslo pracovníka
☺ OK ☹ NOK

Název projektu: **BMW-U11**
Stroj: **Lis LWB 500 -M639**
Ev. číslo/Majetek zákazníka č.:
Měsíc/Rok: **/ 2020**

Postup předepsaných kontrol viz. "PRACOVNÍ INSTRUKCE ÚDRŽBY VE VÝROBĚ K DANÉMU STROJI

Den	DENNÍ								TYDENNÍ		MĚSÍČNÍ		Osobní číslo pracovníka	Opatření při zjištění problému
	Kontrolu provádí								Kontrolu provádí		Kontrolu provádí			
	Obsluha stroje								Předák	Údržba				
	Kontrola funkčnosti oboustranního tlačítka	Kontrola funkčnosti čidla nástroje	Kontrola úniku chladicí vody	Kontrola úniku oleje	Kontrola úniku vzduchu	Ofoukání nečistot	Nástřik IPA a vyfoukání formy N O R			Kontrola vyplnění tohoto formuláře	Kontrola vyplnění tohoto formuláře			
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
6.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Osob.číslo:				
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
9.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
10.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
11.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Osob.číslo:				
12.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
13.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
14.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Osob.číslo:			
16.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
17.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
18.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Osob.číslo:				
19.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
20.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
21.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
22.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
23.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
24.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
25.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
26.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Osob.číslo:				
27.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
28.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
29.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
30.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Pozn. Provádí se poslední pracovní den každého týdne v měsíci	Pozn. Provádí se první pracovní den v následujícím měsíci			
31.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							

Datum vydání : 1.5.2019

Za údržbu zkontroloval:

Operátor zaškrtně značku poté co provede předepsané úkony. Pokud se na stroji nepracuje záznamy se neprovádějí.